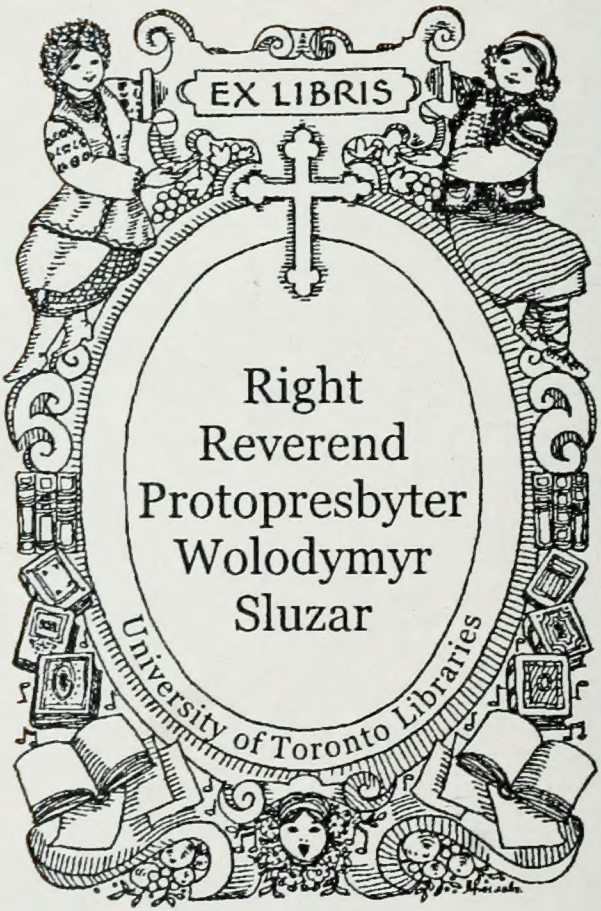
3 1761 05653572 7

Handle with
***EXTREME CARE***
This volume is
BRITTLE
and cannot be repaired
Photocopy only if necessary
GERSTEIN SCIENCE
INFORMATION CENTRE
Library Staff, retie with linen tape & shelve

QB
44
F595
1900
c.1
GERSTEIN


EX LIBRIS
Right
Reverend
Protopresbyter
Wolodymyr
Sluzar
University of Toronto Libraries

MARBOU

КАМІЛЬ ФЛЯМАРІОН.

# НЕБО.

Переклад

З. МІРНОЇ.

НАКЛАДОМ
УКРАЇНСЬКО-РУСЬКОЇ ВИДАВНИЧОЇ СПІЛКИ
зареєстрованої спілки з обмеженою порукою у Львові.
1900.

LIBRARY
FEB 23 2004
UNIVERSITY OF TORONTO

З ДРУКАРНІ НАУКОВОГО ТОВАРИСТВА ІМЕНИ ШЕВЧЕНКА
під зарядом К. Беднарського.

## I.

# Небо.

Що то є небо?

Незабігаючи далеко, можемо відповісти, що небо то все. Так, се все те, що істнує, се величезний простір, що все обіймає, се армія зір, що кожда з них є сонце; се цїла система сьвіта, се Юпітер, Сатурн, Марс, Венера, що сяє на небі смерком, се місяць, що висьвічує тихим сьвітлом, се сонце, що сьвітить, гріє, електризує і заплоднює планети, се сама земля, що на нїй ми живемо, бо й вона теж є планета сьвітової системи, одна з небесних куль. Виходить, небо се все те, що істнує у сьвітї.

Вислїджувати небо — се значить вислїджувати абсолютну дїйсність, землю, сонце, зміни року, клїмат, календар, днї й ночи, місяцї й роки, сучасне, минуле й будуче, бо для астрономії час не істнує; вона захоплює будучність так само, як і минувшину, вона держить в своїх руках початок і кінець сьвіта, вона наука нескінчености і вічности.

Але для сього ми не будемо вдавати ся в подробиці, не будемо силкувати ся осягнути незбагнене, не матимемо претенсиї подати тут прелік незлічимих відкрить, що дякуючи їм астрономія ще з давних часів зробила ся першою, найобширнійшою, найстаточнійшою з усїх наук; до того ще вона що найзахватнійша, що найживійша, що найпрактичнійша наука. З сотень книжок, подібних до сеї було-б за мало, щоб описати усю історию астрономії. Нї, наші заміри скромні. Ми хочемо тілько, не зачіпаючи математики, у приступному і цїкавому для кождого творі, резімувати суму відкрить і скласти з них маленьку книжечку, що буде з деякого погляду просто романом неба.

Тілько противно звичайним романам наш роман буде цїлком моральним, научаючим винеслим. Sursum corda! Він нам покаже, до якої чудової висоти може досягти людський розум. В ньому не знайдемо нї драм, нї розпусти, нї зіпсутя, нї полїтичної підлоти, нї зрадливого коханя, нї пімсти і дуелїв, нї злочинів і душегубств, нї шибениць, нї навіть армій і гармат, нї рушниць і ґранатів, нї боєвищ, що укрили ся пораненими і вбитими. Тут все тихо, гармонїйно, спокійно; тут вічний рух, тут все кермує ся силою всесьвітного притяганя, над усїм панують величні закони. Тут нема нїчого підлого, нїчого грубого, нїчого вульґарного Роман про небо не затопить нас у якесь болото; навпаки він перейме нас чистим здоровим воздухом, підійме нас високо над усїм, звідки будемо споглядати на безмежні панорами. І от тут саме й правдива дїйсність!

Коли-б ми захотїли познакомити ся з якою будь будівлею, напримір з атенським Панте-

оном або Колїзеєм, або Сьв. Петром у Римі, Собором Пречистої в Парижи, Лувром, парляментом у Льондонї, або з палатою Дожів у Венециї, ми-б мусїли так станути перед сею будівлею, щоб відразу її усю побачити при гарнім сьвітлї, добре памятаючи, що тілько таким загальним оглядом а не студиованєм ринв сеї будівлї, можемо збагнути її красу і величність.

Така-ж саме мета астрономії і сего нашого маленького твору: дати розумінє про всесьвіт в єго величности і красї. Ся маленька книга буде популярною, ми її призначуємо для дїтей і для жінок. Славетний французький астроном Лєлєнд, що склав перший катальоґ зір і дав перший твір практичної астрономії, не уважав для себе за пониженє писати між иньшим такі твори, щоб єго весь сьвіт розумів, як от наприклад, єго маленький, ще меньший від нашого, чудовий твір: Астрономія для жінок (1784 р.) Точнїсенько так робить і Фонтенель попередник Ляланда і Араґо, що єго наслїдував — оба секретарі париської академії наук. Згадуючи про публику, що для неї Фонтенель призначив свій твір, Ляланд додає: „Що до нас, то ми цїлком забудемо про вчених і матимемо дїло тілько з жінками“. Такий самий намір буде і сеї маленької книжки: ми її пишемо не для вчених.

З якої-ж небесної кулї почнемо сей загальний опис неба?

З тої, де ми живемо. І на се ми маємо рацию. Перш вона нас цїкавить більш над усї иньші небесні кулї. Далї, з неї ми дивимось на увесь всесьвіт. Тим-то ми і почнемо наш опис всесьвіту з того місця, де ми живемо.

Але перш над усе нам треба побалакати про важність і величність астрономічної науки.

## II.

## Астрономія.

Астрономія є наука про цілий сьвіт.

Сьвіт складає усе те, що істнує. Земля, де ми живемо, сонце, місяць, планети, зорі, комети, взагалї всї тїла, що істнують, формують сьвіт і стають предметами астрономії. За давних часів, коли нехтували дійсність і опираючись просто на омани чутя, думали, що земля стоїть нерухомо в осередку сьвіта і є метою і підставою всего сотворіня; на астрономію могли дивитись, як на науку, що вислїджує тілько предмети вищі, і що вона майже непотрібна для того, хто хоче обмежитись на дотикальне і певне. Але тепер, коли переконали ся, що земля не в осередку і що вона навпаки є сьвітова куля, як і місяць, обертає ся круг сонця і плаває відокремленою в просторі без нїякої підпори, тепер, коли переконались, що ся куля, що навкруги неї ми ходимо, є просто трета планета сонїшної системи по величинї і віддаленя від сонця, що другі планети такі самі землї, як і наша, і що наша планета, коротко кажучи, є одна з незлїчимих куль, які плавають в безмежности — астрономія стала також наукою про землю, і навіть підставою усїх наук, що вислїджують землю і людськість.

Справдї вона одна може сказати нам, де ми живемо, показати нам, як наша куля з безнастанним рухом держить ся в просторі, через

які комбінациї маємо роки, зміни року, дні, ночи, — коротко кажучи вона примушує нас зрозуміти наше справжне місце в природі, на ній опирає ся плавба, завдяки їй ми пізнаємо справжню форму земної кулї, ми знакомимо ся з ґеоґрафією, можемо мати зносини з иньшими людьми, міняти ся з ними своїми здобутками, своїми думками, іти разом з усїма на здобуте поступу; вона навчає нас про небо і про землю; без неї ми ходили-б як слїпцї, жили-б як звірята, як рослини не завдаючи собі працї, (або красше сказати приємности) зрозуміти своє становище в природі і довідатись докладно, що то ми є.

А про те ось який справжнїй стан річей. В наші часи, що найменьше 99 до 100 людей обходить ся без сеї науки і живе в цїлком рослинній байдужности, не задумуючись нї на хвилину за все своє житє над тим, де вони мешкають. Певні відомости, що повинні бути початковою підставою кождої поважної науки доси занедбані більшістю людей, що стають наставниками молодїжи, замість відомостей про всесьвіт, чого мож було навчати дїтей з самого малку, щоб звернути їх молодий розум на простий і реальний шлах, набивають їм голови усякими непотрібними історіями і хибними поглядами, яких їм буде так важко позбутись тодї, коли вони вже самі почнуть розумувати. Розуміє ся трудно не то що виправдати, а навіть і пояснити такий стан річей.

А тим часом дати молодїжи при самім початку її просьвіти такі доконче потрібні відомости не тілько не важко, а навпаки, навіть приємно і користно. А для сего перш над усе потрібно, щоб ті, кому поручено виховане мо-

лодїжи, зрозуміли велику вагу хочаб і елементарної науки астрономії і корисність сього знаня для загального розвитку, що кермує нами в цїлім житю. Тодї тілько вони зможуть цїкаво і захватно передати порученим їм дїтям своє знанє, бо тілько забавляючи дїтей, можна їх найкрасше все навчити. Може слово „забавляючи“ і не годить ся тут, але в дїйсности нема нїчого більш утїшного, як початкова описова астрономія, хоч й не має нїчого більш поважного і трудного, як практичний бік сеї науки.

Що може бути цїкавійшого, приміром для молодого батька, або молодої матери, або для учителя, як показати дитинї гарного лїтного вечера, найблискучійші зорі на небі і навчити її вгадувати сїм славетних зір Воза, знаходити полярну зорю і так призвичаїти її до сего, щоб і пізнїйше у темну ніч в дорозї она могла їх легко знаходити? Що може бути лекшою, як вивчити на память назви двацяти найблискучійших зір і їх співзір, або відшукати зодіяка, знаходити на небі дорогу, що її начеб-то проходить сонце завдяки обертаню землї навкруги него? А чи-ж є що простїйшого, як спостерегати зорі — бачити як вони з'являють ся на сходї, доходять до своєї кульмінацийної точки (се й є південь і меридіян певної місцевости) і сїдають на заходї, бачити їх і міркувати про дибові рухи землї, рухи, що дякуючи їм і повстають усї ті видимі з'явища? Хіба є що цїкавійшого, як розшукувати планети, що пересувають ся здовж зодіяка, або за помічю маленького телєскопу знаходити сателїтів Юпітера, кільця Сатурна, фази Венери? А хіба не приємно буде присьвятити декілько часу розгля-

динам хоч крізь маленький телєскоп тих чудних зазубрин, що їх робить сонїшне сьвітло по краях місяця під час молодика. Сї чудові гафтуваня, що наче живе срібло, висять в небесній блакитї, сї променисті нерівности, що форму і причину їх ми швидко пізнаємо, все се перносить нас на нерівний ґрунт сього сусїдного з нами сьвіта. Там бачимо білі, глубокі жерела, темні в серединї величезні круги з руйнованими убочами і розлогі долини, осьвітлені скісним промінєм сонця і схожі на сірі оксамітові обруси; бачимо як там потроху підбиває ся у гору сонце, як воно сходить над тими далекими Альпами і осьвітлює ріжні рівнини місяця. Не маючи телєскопа, можемо навіть голим оком спостерегати те попелясте сьвітло, що помічає ся в серединї місячного приросту в перші днї молодика; і коли далї ми поміркуємо над сим з'явищем, легко зрозуміємо, що попелясте сьвітло — се той відсьвіт, що земля сама осьвітлена сонцем, кидає на місяць; можемо навіть сказати, які власне сторони земної кулї обернені в той час до місяця і які з них посилають йому своє „земне сьвітло“. Бачучи соняшні або місячні зміни, ми завсїгди повинні пригадати, що вони повстають з обертаня місяця навкруги землї, з тої тїни, що кидає поза собою кожда осьвітлена куля. Таким робом для кождого, хто хоче вчити ся, кожда річ є цікавим предметом до обсервациї, а особливо так повинно бути для дитини, бо вражіня її ще нові, сьвіжі і полишають в души незатерті слїди.

Рухи землї, нахил її оси, причини, що з них повстають зміни року, ріжна довжина дня і ночи, зміни в висотї сонця — все се

може бути найкрасше вияснене на ґльобі, так нахиленім, як нахилена вісь землї. Такий наочний метод научуваня відразу увільняє розум ученика від тої вульґарної омани чутя, що примушує нас родити ся і рости в переконаню нерухомости землї на споді цїлого сьвіта; сей метод показує відосібнене земної кулї в просторі, її становище супроти сонця показує, як земля обертає ся навкруги сонця, як вона періодично підставляє свої боки до сего променистого сьвітла і як з того повстають днї, ночи, зміни року і роки.

Астрономія є перша з наук. Вона перша через те, що повинна бути підставою всякої иньшої науки і фільозофії, перша по величности свого предмету, бо вона обіймає увесь сьвіт, перша по своїй давній давнинї, бо початок її припадає до початку історії, до початку самої людськости.

Перш нїж почалось письменство і история, вже почали слїдити небо; старали ся по ньому зрозуміти причини ріжних з'явищ, змін року, змін земної природи; завели початкове мірене часу і первісний календар; до періодичних небесних з'явищ силкували ся примінити часи працї, сьвят і иньших головних подїй житя; слїдили за рухами сонця, місяця, зір і брали сї рухи за видимі прояви якоїсь невидимої сили, що порушує цїлий сьвіт; між нерухомими зорями помічали деякі такі, що пересувались; поклонялись таємничим вчинкам всевладних володарів неба в їх рухах і збізї сих рухів із з'явищами природи; поклонялись і другорядним божествам, виконавцям законів долї, і встановлювали таким робом несьвідомо початки ріжних культів; витворювали віру і ра-

зом з тим науку; між зорями шукали провідних точок, щоб тримати ся їх за часи плаваня і мандрівок через пустинї; нарештї рисували перші карти небес, утворювали співзіря і записували на мапах, як на незотлїнних таблицях, усї ті події, що їх хотїли заховати у своїй памяти і передати будучим столїтям.

Ся велична наука астрономія, родилась під небом Сходу і звідти розповсюдилась по Китаю, Хальдеї, Фенікії, Єгиптї, Грециї, Італїї і по всїх сторонах сьвіта, що їх потроху завоював людський розум. Першими астрономами були пастухи з Гімаляйських гір, що пасли свої отари на високих рівнинах осередкової Азиї під чудовим небом ясних і тихих ночей, що очаровували так пастухів, як фільозофів. Сила зір, їх одностайні величні рухи, їх чудове ярке сьвітло, тиха молочна дорога, падучі зорі, що наче відривають ся від неба, глубока тишина природи, далї блїдий схід, прихід сьвітової зорі (аврори), зниканє усїх зір з неба крім чабанської зірки — Венери, і нарештї величня симфонія сходу сонця в цїлій його славі і пишнотї — все се подавало цїле пасмо образів і сцен, гідних положити початок найчудовійшої і найобширнїйшої з усїх наук.

Навіть і в приближеню не можна визначити часу початку астрономії; її істнованє треба числити тисячами років, і ми маємо однакову рацію приписувати давнинї в 15—20 тисяч років, як і давнинї в 6—10 тисяч років ті астрономічні спостереженя, що їх слїди знаходимо в сьвятих індийських книгах Веди, на халдейських цеглинах і на камяних єгипетських памятниках. В давні часи не знали писати і історичні факти висьпівувало ся

часто в народних піснях, схожих з рапсодіями, що істнують у нас під іменем Гезіода і Гомера. Одним з найдавнїйших наслїдків первісної астрономії, наслїдків, що ще й тепер істнують, є назва семи днів тижня іменами семи сьвітил, що їх давні люде мали за найголовнїйші зорі: сонце, місяць, Марс, Меркур, Юпітер, Венера і Сатурн[1]); сей звичай істнував вже в Вавилонї 4—5 тисяч років тому, бо розкопи пороблені в Ниневі в палатї Сарданапаля, відкрили дощечки з написами на аккадийській мові (попередниця вавилонської); в сих написах знаходимо такі назви днів тижня, а також деякі астрономічні спостереженя того часу. Вже тодї істнували офіцияльні обсерваториї, курси астрономії і публичні бібліотеки — все зовсїм так, як і тепер. Саме те в ті часи було і в Китаю. В лїтописях Небесного цїсарства знаходимо законодавця Фу-Гі, що завів дуже широку науку астрономії перед 2850 роками до наших часів, а цїсар Хоанг-Ті перед 2608 роками до нас збудував чудову обсерваторию, упорядкував календар і весь час свого житя слїдив бігунову зорю, що уважалась тодї за альфу з констеляциї Дракона. Тут знаходимо також дещо і про соняшну міну,

---

*) Намалювавши семирогу зорю (рисунок 2) на кождім її розї пишуть назвище одного з семи сьвітил, відомих в давні часи, в укладї довготи їх рухів і віддеглостий по тодїшному розуміню: Місяць, Меркур, Венера, сонце, Марс, Юпітер і Сатурн — з них складає ся астрономічне колесо. Таким робом виходить, що хорди, проведені через коло, означають днї тижня: Lunae Dies, Martis Dies, Mercuris Dies, Jovis Dies, Saturni Dies et Solis Dies; сей останнїй з часів християнства став Господним днем — Dies dominica.

яка була у Китаю перед 2169 роками до наших часів без жадних попередних пророкувань і яка коштувала житє директорови обсерваторії, бо в тім часї астрономія була тїсно звязана з полїтикою. Виходить, що вже в ті часи істнували такі особливі бюра, де вираховували небесні з'явища, і цїлком зрозуміло, що повторенє сих з'явищ в протягу досить значного числа віків виробило хоч приближне розумінє про закони їх періодичности. Все се переносить нас бодай на 5 тисяч років в зад.

Тодїшня бігунова зоря, альфа Дракона, мала, як видно досить значіня в будові пірамід, бо з десяти єгипетських пірамід шість мають прості ґалєриї, відчинені на північ і вириті з нахилом у низ на 26°—28° в площи екватора; таким робом, коли обсерватор буде дивитись з глубини сих ґалєрий, то мусить побачити бігунову зорю у час, коли вона переходить через екватор; треба до сього завважати, що велика піраміда була збудована як раз 40 віків тому, перед 2113 роками до нашої ери. У нас є також спостереженя над соняшними мінами, зроблені перед 2720 роками, і спостереженя над зорею альфою Гидри, зроблені перед 2306 р. до нашої ери.

З другого боку про зодіяка знали вже в ті часи, коли весняне рівноденнє припадало до послїдних степенїв співзіря Бика біля зорі Альдебаран, бо в усїх давних астрономічних піснях сьпіває ся про Бика, що він „відчиняє рік своїми золотими рогами“, тим часом як про Близнюків нїколи не згадують укупі з сонцем. Виходить, рівнодення, через їх упереджене могли збігати ся з послїдними степенями Бика тілько за 5000—4500 років до нашої ери, і сї

числа як раз відповідають формі і становищу тодішних зодіяків. Первісні розуміня про небо, про ті дороги, що через них проходять місяць, сонце і планети, перший малюнок зодіяка — все се, розумієть ся, було богато вчаснїйше від докладних спостережень над планетними рухами, вчаснїйше від назвищ зір, вирахуваня мін сонця, а се все, як ми вже казали, було більш ніж перед 5000 роками до нас. Значить, початок нашого зодіяка можемо віднести 6000 років до нашого часу, і ті 6000 років можемо взяти як найскромнїйше число давнини нашої науки астрономії.

В приближеню перед 3000 роками до нашого часу Фенїкіяне, досягши апоґея своєї могучости, зробили з астрономії, або красше з астрольоґії, правдивий культ. Гелїополіс найдавнїйших часів був знаменитий з культу сонця, яке й дало єму своє імя. Геркулес Тірський був символом сонця. Так само відносились і до місяця і що молодика відбували пишні сьвята. Венера, Меркур Марс, Юпітер і Сатурн також мались за богів. При мореплавсвах Фенїкіяне дивились на Малу Ведмедицю ях на провідну зорю і звали її Кінозурою (собачий хвіст). Велика-ж Ведмедиця була провідною зорею для Греків і звалась у них Геліс.

Жиди в своїй Біблії подавали такі назвища: Велика Ведмедиця-Аш (се значить, що вона крутить ся), Плеяди-Кіма (бажанє, себ то бажанє весни, яку вони провіщали 3500 років тому), Оріон-Кезіль (співзіря або констеляция), Дракон-Наґаш, найблискучійша його зоря показувала північний бігун; оселю сонця в зодіяці вони звали Мазаротами. Жиди переняли

свою початкову науку від Єгиптян, а сї уважали за основателя астрономії Гермеса, що на їх думку жив 3400 р. до нашої ери. Близько до 2887 р. вони переробили свій календар, додавши до 360 днїв ще 5 день; але тілько через декілько столїть через спостереженя над Сіріусом, найблискучійшою зорею неба, що для неї ми й на досї заховали її єгипетське назвище, вони дізнали ся, що рік має не 365 день рівно, а $365^1/_4$, бо повінь ріки Нїлю, що спершу ся зоря пророкувала, потроху посувала ся все вперед і стало ся так нарештї, що вони з'являли ся майже рівночасно.

Давні астрономічні спостереженя записувались на цеглинах, і сї цеглини зараз випалювались, щоб захоронити написи. Про них згадує Сенека в своїх „Природничих питанях" IV, 3; а недуже давно такі цеглини були знайдені. На превеликий жаль революциї в державах, війни і еміґрациї робили велику плутанину і довгі перерви в тихому розвою науки і история дуже часто записувала на своїх сторінках повне зруйноване через жовнїрів памятників, книжок, бібліотек. Таким робом, коли Птольомей почав писати свою Астрономію при початку нашого численя, найшов цїлими тілько спостереженя Хальдеїв, записані вже після ери Набонасара, що числить ся з 26-го лютого 747 р. до нашої ери. Найдавнїйше спостереженє, що він ним користував ся, було спостереженє міни місяця, яка була на 26 ому роцї сеї ери, себто 19-го марта 721 року перед Рожд. Хр. З сього часу починає вичисленє Сароса — період з 18 років, 11 день, після чого повторюють ся соняшні і місячні міни.

Перша грецька школа наук була заснована Талєсом з Мілєта в 640 р. до Р. Х. В сій школї, як і тепер, навчали вже, що вся сфера ділять ся на пять полос. Геродот пише, що в нїй слїдили міни і вираховували їх, і що Талєс правдиво прирік міну 30. вересня 610 р., яка відбулась як раз у самий час баталїї між Мидянами і Персами. Оба війська страшенно наполохали ся і зупинили бій. — Пітаґор, здає ся, був учеником Талєса.

Знаменита Александрийська школа збогатила астрономію цїлим рядом цїнних спостережень; тут знаходимо спостереженя Арістілуса і Тімохіриса в 295 р. перед Рожд. Х.; далї спостереженя Гіпарха, що в 130 роцї перед нашою ерою написав перший катальоґ зір, захований до наших часів і заснував математичну астрономію; далї Птольомей перед 150 р. до нас оголосив свій Альмахест, твір, що має велике значінє; тут він викладає становище астрономії в ті часи і ріжні тодїшні гіпотези про будову сьвіта; на превеликий жаль він тут придержує ся системи видимого руху сьвітил (а про те він довго зупиняє ся над теориєю рухів землї); через се усій тій системі дали єго імя.

Напад варварів, зруйнованє цїсарств і середновічна темрява перервали працю людського розуму і розслїджуванє природи. Але по сторонах нехристиянських, властиво у Арабів в Багдадї і в Каірі астрономія безупинно йшла все вперед, починаючи з калїфа Герун аль-Рашида (700) до Ілу-Бея (1400); сей послїдний король-астроном був внуком почвари Тамерляна, але був остілько добрий, оскілько єго дїд

страшний. Так само йшла астрономія вперед і в Хінах.

В середині 16-го віку нашої ери, в 1543 р. Коперніґ умираючи, заповідав людськости біблїю сучасної астрономії де доказує, що земля, що на ній ми живемо, не є осередком сьвіта, а тілько простою планетою, що обертає ся як і иньші планети, навкруги сонця. З сього часу, себто в часї, більш ніж трох сотень років поступові працї усїх ґенїїв, що усе своє житє посьвятили на шукане правди, як Ґалїлея, Кеплера, Нютона, тих безсмертних творців астрономії, а також працї Касінього, Ремера, Галея, Флеметеда, Брадлея, Лялянда, Ляпляса, Беселя, Ле-Воріера і праця сучасних астрономів усїх наций, що разу доказували, провірюі потверджували правдивість системи Коперніка.

Таким робом через довгий час віків ся найстарша наука дійшла до нас, безупинно розвиваючись, виправляючись, удосконалюючись і повільно споруджаючи найкрасший памятник, що його кому-небудь міг утворити розум людський — памятник непохитний, з верху якого ми тепер споглядаємо на весь сьвіт, дізнаємось про розмір простору, слїдимо за рухом сьвітів, зачаровуючись тими законами, що над ними панують, і тими силами, що піддержують їх на лонї безкрайної вічности.

## III.

## Наша планета.

З першої сторінки сеї книжки ми вже казали, що земля, се небесна куля.

Як-же се так? Хіба ми не на споді? Хіба небо не над нами? Хіба земля не величезна куля, що навкруги неї обертаєть ся усе небо? Побачимо.

Що земля є кулею, відокремленою в просторі се кождий знає після того, як довідались, що поверхня землї сферична в усї боки, і що мож обїхати її навколо. Виходить, що перша точка не викликує більш нїяких сумнївів.

Земля нїчим не підперта. Ті, що їздять і по морю і по землї, нїколи не бачили нїякої підпори. Тїнь, яка паде від землї на місяць під час єго зміни, зовсїм кругла. Усї другі сьвітові кулї — сонце, місяць, планети, зорі — сферичні. Та і чим могла-б підпиратись гадана підстава землї? Вигадували колись для сього грубі стовпи, потім того примушували слонїв держати на собі сї стовпи, а величезну черепаху держати сих слонїв. А далї що? Все се вигадувалось тілько для того, щоб позбути ся трудностей. Уся похибка залежала від того, як розумілось вагу. Ми тепер знаємо, що у яку-б частину кулї ми не пішли, наші ноги все будуть на споді. Виходить, спід — се нутро землї.

Нам тепер було-б невибачно звернутись до кого питаючи, що таке підпирає землю, бо кожде тїло тяжить до свого осередка. А чому-ж, питали, не впаде ся куля? Коли-б вона упала, то упала-б поза себе! Як бачите, се правдива нїсенїтниця. Спід — се нутро кулї: верх для мешканців землї — се все те, що в них над головами, все, що навкруги кулї.

Таким робом ми повинні уявити собі, що земна куля висить у просторі без жадної підпори, подібно до мильної бульбашки в воздусї.

Вона навіть ще більш відокремлена, ніж мильна бульбашка, бо бульбашка підпирає ся шарами воздуха тяжшими від неї, наколи землю не держить ніякий плин, ніякі шари, і вона цілком независима від ніякої підпори.

Дуже нелегко переконати деяких людей, що земля може висіти в просторі, як куля без ніякої підпори, і не легко через те, що у таких людей хибне розуміне ваги. З історії давної астрономії довідуємо ся, який важкий неспокій був в душах перших спостережників, що зачали вже розуміти сю відокремленість землї, але ще не знали, як перешкодити впасти сій важкій кулї, що по ній ходимо. Перші Хальдеї уявляли собі землю порожною і подібною до човна, що плаває над безоднею вод. Був і такий час, коли вчені хотїли доказати, що земля спочиває на тичках, які повинні були містити ся на обох бігунах. Иньші-ж думали, що вона тягне ся без кінця в низ під нашими ногами. Усї ті системи були витворені під впливом хибного розуміня ваги. Щоб позбути ся сих давних помилок, досить упевнити, що вага цїлком повстає з притяганя осередку. Тїло наде тілько тодї, коли друге більше тїло його притягає. Розуміне про верх і про низ належить тілько до певної материяльної системи, де напрям притяганя уважає ся низом; самі-ж по собі сї слова нїчого не показують.

Уявимо собі тепер сю кулю в просторі. Вона має 12742 кільометрів у прогонї. Людина середного росту має 165 сантіметрів. Виходить, наша великість з погляду величини земної кулї є ще менша ніж величина мурашки, яка-б лазила навкруги кулї завбільшки Пантеона. Ми ходимо навкруги сеї кулї всїх на-

прямах, як се робила-б мурашка навкруги величезної гарматної кулї. Сю кулю можна порівнати до магнесової кулї, бо дякуючи тілько її притяганю держимо ся на її поверхни.

По якому-б місци земної кулї ми не ходили, все назвемо низом поверхню, під нашими ногами, а верхом — просторонь над головою. Можемо уявити себе послїдово на кождій точцї землї, без винятку; усї ті точки будуть доконче низом для нас, а відповідна сим точкам просторонь над нашою головою буде завсїгди верхом; річ тілько в положеню відносно до нас, а зовсїм не в абсолютній дїйсности відносно до простору. Два обсерватори, що стоятимуть по кінцях того-ж самого прогону, матимуть верх обопільно противолежний; два другі, що стануть по кінцях другого прогону, який перехрестить перший під простим кутом, матимуть свій верх у двох вертикальних до перших точок. І так далї. Якби усю земну кулю укрити обсерваторами, кождий з них мав би верх у себе над головою. Виходить, уся просторонь навкруги землї буде верхом для всїх людей земної кулї.

Таке наше дїйсне положенє навкруги землї. На якім би місци ми не жили, звемо небом простір над нашими головами. До того-ж ще земля обертає ся навкруги самої себе в 24 годинах. В ту годину, коли читаєте сї рядки, уважаєте верхом просторонь, що її бачите підвівши голову; за шість годин назвете так само просторонь, яка буде тодї над вашою головою, і яка тепер лежить під простим кутом з вашою вертикальною; через дванацять годин ви назвете верхом просторонь, яка тепер

є під вашими ногами. І так далї, однаково у якому-б місци земної кулї ви не були.

Рисунок 2 показує, яким робом середина кулї є низом для всїх мешканцїв землї і як доохрестна частина стає для всїх верхом.

Земна куля з усїх боків окружена шаром воздуха — атмосферою, не більш як 100 кільометрів. Атмосфера ся блакітна. У нїй плавають хмари на ріжних висотах, від 700 до 10.000 метрів. Коли небо покрите хмарами, вони творять над нашими головами склеплїнє, що сягає поза край неба і мов-би опирало ся на землю. Просто над нашими головами хмарне склеплїнє звичайно не висше від двох кільометрів а часто навіть не висше як 1000 - 1200 метрів; але на рисунку (3 і 4) бачимо, що воно, подібне до стелї, тягне ся здовж на 10, 15 до 20 кільом; ось через що форма неба не сферична а рівна. Коли небо ясне, ми хоч і не таким низьким, але бачимо се склеплїнє, бо воздух не є зовсїм прозорим і начеб то ростеляє понад нами щось подібного до блакітного настільника. Якби атмосфера була цїлком прозора, або якби її зовсїм не було, ми зовсїм не мали-б небесного склеплїня, бачили-б зорі в день так само, як і в ночи, а тепер можемо бачити зорі в день тілько при помочи астрономічних інструментів.

Змірявши землю, люде постановили довжину метра: одну десятимілїонну частину чверти земного меридіяна названо метром. Круг земної кулї, проходячи через оба бігуни, має кругло 40 мілїонів метрів. Кажемо „кругло“ через те, що з 1795 р., коли метр стали уживати за міру, поступ астрономії показав, що десятимілїонна частина четвертини земного ме-

ридіяна більша від ухваленого метра близько о $^2/_{10}$ мілїметра.

Ми згадували про бігуни. Що треба розуміти під сим назвищем?

Возьміть яку-небудь кулю і присилуйте її повертатись навкруги самої себе. Ви зараз помітите на нїй дві точки, що навкруги них відбуває ся сей оборот. Кождий може в тім упевнитись, примушуючи крутитись яку небудь кульку між пальцями або на столї.

Сї два дияметрально противолежні точки звуть ся бігунами. Лїнїя, що перетинає кулю від одного бігуна до другого зветь ся осею коловоротного руху. Між сими двома бігунами, як раз по серединї кулї лежить великий круг, що дїлить кулю на дві півкулї і зве ся екватором.

Сї головні тези (коловоротна вісь, бігуни і екватор) легко зрозуміти відразу при першім погляді на рисунок 5.

Змірившн землю, астрономи захотїли її зважити і осягнули се. Дізнали ся, що вона тяжша від води у пропорциї 1 : $5^1/_2$, себто що земна куля важить у $5^1/_2$ разів більше, ніж важила-б водяна куля її розміру. Вага її має приблизно 5875 сектільонів кільоґрамів.

5875 000 000 000 000 000 000 000.

Завважмо ще, що земна куля сливе правильної форми, не вважаючи на її гори. Найвисші гори не досягають і тисячної частини земного прогону, так само як і найбільші глубини моря.

Але-ж таки ріжниця, подумають читачі, між землею і небесними сьвітилами. Земля в низу (завсїгди?), зорі в горі; земля не сьвітить ся, зорі сьвітять ся; земля велика, зорі

малі; земля важка, зорі здають ся легенькими і т. п. Скілько питань, стілько і похибок.

Земля не в низу, ми вже се бачили. В цілому всесьвіті не має ні гори, ні низу; наша куля все заселена по всій поверхні, наші антіподи звернені до нас ногами, низ для нас є середина землї, так само, як і для иньших мешканців, що ходять по поверхні земної кулї, гора — теж задля всїх се поверхність кулї, се просторонь, що нас окружає; більш того, земля обертає ся навкруги самої себе і все те, що у певну годину на небі над нашими головами, за дванацять годин буде все-ж таки на небі, але під нашими ногами. Ми обертаємось у купі з землею, ноги наші все на її поверхні, бо вона нас притягає, як маґнесова куля притягає маленькі шматочки желїза.

Земля здає ся темною, великою, важкою, тодї як зорі здають ся блискучими, маленькими і легкими. Але так тілько здає ся. В дійсности земля сьвітить ся здалека, як і зорі: вона відбиває у просторонь усе те сьвітло, що дістає від сонця. Якби ми подивились на неї з місяця, ми-б побачили, що її поверхня у 14 разів більша, її сьвітло у 14 разів дужше нїж той відсьвіт сьвітла, що ми його бачимо в ночи у попелястому місячному сьвітлї, що його місяць відбирає від землї. Коли дивитись на землю з Марса, вона здає ся блискучою, досьвітною і вечірною зорею, вона для Марса така сама зоря, як для нас Венера. А коли подивитись на землю з Венери і Меркура, вона сьвітить на небі опівночи, так само, як для нас Юпітер. Спостерегаючи землю на такій далечині, ми-б побачили, що земна куля плаває на небі і має такі-ж фази (відміни) як і місяць,

Венера і Меркур. З друго боку її планети, що сьвітять на нашому небі, як зорі, самі з себе сяють не більш від нашої землї; ми бачимо їх тілько через те, що сонце їх осьвічує. Соняшне сьвітло переходить як у день, так і в ночи усю просторонь, не осьвітлюючи її. Планети, от як земля, місяць, Марс, Венера і т. и. перегороджують дорогу сьому сьвітлови і воно падає на них, через се і вони сьвітять ся, справдї-ж нї місяць, нї Меркур, нї Венера, нї Марс, нї Юпітер, нї Сатурн, нї Іран, нї Нептун не сьвітять ся самі з себе більш ніж наша земля.

З другого боку обчисленя переконують нас, що сї планети також великі і важкі, як і земля. Иньші з них, як прим. місяць, Меркур, Марс менші від неї, другі як от Іран, Нептун, Сатурн, Юпітер більші. Юпітер приміром 1234 разів більший від землї і треба-б було 1234 земних куль злучити в одно, щоб утворити кулю завбільшки Юпітера. Він 310 разів важчий від землї, так, що коли-б мож було покласти Юпітера на одну дошку, на другу треба-б було покласти 310 земних куль, щоб їх зрівноважити. Значить, поверховний вигляд дуже оманливий. Справдї-ж земля не має жадної особливої прикмети, яка-б відрізняла її від иньших сьвітів, що плавають разом з нею в просторі.

Нарештї, реасумуючи все, що сказано, додамо, що перша засада астрономії, засада, що в нїй треба цїлком переконати ся тому, хто хоче зрозуміти дїйсне становище річей, — така, що земля відокремлена в просторі і не має жадної підпори, і що у всесьвітї не має нї гори, нї низу, нї правого, нї лївого боку, нї жадного напряму. Коли ми не заживемо захо-

дів, щоби переконати ся раз на завсїгди у факті, що земля є небесна куля відокремлена, рухома яка плаває у порожній просторони як і иньші небесні кулї; коли заховаємо в собі яку-небудь позадню думку, що засновуватиме ся тілько на видимих з'явищах, або який невиразний спогад проте, що земля могла-би бути на сподї всесьвіта і підпирати небо, перекинене над нею, як баня — тодї не варто йти далї; розум наш не відкриє ся для правди, коли не позбудемо ся сеї хибної думки, або хоч маленький слїд лишимо від неї в души; нам неможливо тодї буде хоч що-небудь зрозуміти в рухах землї, в її положеню в планетній системі, в загальнім укладї всесьвіта.

## IV.

## Рухи землї.

Дивлячись на небо, бачимо, що нї сонце, нї місяць, нї зорі не лишають ся і на одну годину нерухомими на якому-небудь місци неба, і що всї небесні тїла обертають ся у 24 години навкруги земної кулї. Довго люде думали, що воно дїйсно так і є, як отсе нам здає ся. Кождий бачить, як сонце сходить, підбиває ся потроху у гору, опівдня досягає певної висоти, далї знову сїдає і заходить. Анальоґічні спостереженя мож робити і над місяцем, і над усїма зорями. Але коли наука настілько посунулась уперед, що люде могли збагнути великість всесьвіта, тодї швидко зрозуміли, як трудно припустити подібні рухи. Коли думали, що сонце, місяць, зорі близько від нас, дорога, що її їм було потрібно пробігти, щоб виконати

свій обхід в 24 годинах, не повинна-б була бути надто великою, а швидкість їх руху такою фантастичною. Але коли навіть тілько в приближеню змірили їх віддаленє від нас, то така швидкість здалась неподібною, навіть неможливою в механіці.

Так приміром доказано шести ріжними способами, независимими один від одного і цілком подібними по здобуткам, що віддаленє сонця від нас 11700 раз більше, як прогін землї. Прогін землї має 12742 кільометрів. Виходить, що віддаленє сонця від нас має 149 мілїонів кільометрів. Так от, коли б у 24 години повинно воно було обернути ся навкруги нас на такому відступі, воно мусіло-б летіти з корістю більшою як 9000 кільометрів у секунду, або 38720000 кільом. у годину. І на що? Щоб обійти навкруги малесенької в порівнаню до єго величини точки, бо сонце у прогонї 108 раз більше ніж земля, 1283000 разів більше від неї в обємі і 324000 раз важче від неї. Очевидна річ, що неможливо припустити подібного висновку. Се було-б диво, що перечило-б усім законам природи.

Усе те, що ми сказали про сонце, відносить ся також до кождої з зір. А їх мілїони, десятки, сотки мілїонів, їх велика сила, і кожда з них більша і важча ніж земля. кожда є сонцем. І їх біг в 24 годинах навкруги нашої маленької земної кулї був-би без порівнаня більш незрозумілим, як біг сонця, бо вони не на однаковому від нас відступі і не прикріплені нї до якої твердої сфери, як колись думали. Вони віддалені на ріжні відступи і навіть на такі, яких ми і уявити собі не можемо.

Найблизша зоря 275000 раз далї від нас нїж сонце. Щоб обернутись навкруги нас, вона повинна би бігти 275000 раз швидче нїж сонне, себто по 2475000000 кільом. на секунду: 2 мілїярди, 475 мілїонів кільометрів на секунду! І се та зоря, яка найблизше до нас, яка через се мусить йти з найменшою скорістю! Усї иньші мусїли би летїти скорістю, ще богато більшою, десять, сто, тисячу разів більшою, а зір незлїчена сила. Сама думка навіть про подібний рух в просторі стає немислимою. І всї сї зорі без порівнаня важші і більші від землї. А та найблизша з них, що про неї ми тілько що казали (се алфа у співзірю Центавра) важить навіть більш як сонце.

Ми дїйсно будемо бачити те саме, чи то небо, чи то земля буде обертати ся. Кождий міг зробити подібні спостереженя на човнї, або у ваґонї желїзницї. На човнї ми зараз догадуємо ся, що се не берег пересуває ся, але на желїзници часто неможливо буває пізнати, чи се ми їдемо, чи поїзд, що їде побіч із нами.

Ми вже бачили, що земля сферична і цїлком відокремлена у порожнім просторі. Коли-б вона обертала ся сама навкруги себе, несучи і нас з собою, ми-б все таки сего зовсїм не відчували, бо не було-б нїякого тертя, нїякого шуму. Коли-ж би обертало ся небо, і сего-б ми не відчували, бо природа нїчим би нас про се не повідомляла. Значить перед нами дві гіпотези:

Або присилувати цїлий всесьвіт що дня обертати ся навкруги нас, або припуститити, що наша земна куля обертає ся сама навкруги себе, і таким робом визволити всесьвіт від такої недодвідомої працї. Для розумної людини не

можливо, не розвязати поставлене питанє в тім розуміню, що обертає ся не небо навкруги нас, а ніщо иньше як земля.

Вже більш як 2 тисячі років про се почали здогадувати ся; се учили вже Пітагорийці; Ціцерон і Плютарх згадують, що фільозофів, по примірі Ніцетаса з Сіракуз, прихиляли ся до сего погляду, і що Птольомей не годив з ним довго і ставив вище систему видимого руху, ту систему, що їй дано було єго імя. Але давні докази не були такі ясні. Тілько в XVI. столїтю польський астроном Копернік*) з'єднав усї математичні погляди, що упрощували систему Птольомея, незручну через ті доповненя, які до неї потрібно було робити, щоб погодити видимі небесні рухи з гіпотезою про нерухоме становище землї в осередку всього сьвіта. Треба було ще до сього рухомих 75 кругів, але і тодї ще лишило ся богато небесних рухів, що їх не можливо було пояснити, приміром рухи комет.

Се цїлком зрозуміло. Справдї земля обертає ся навкруги самої себе в 24 годинах, а навкруги сонця в протягу року; через се нам здає ся, що иньші планети міняють свої місця відносно до нас (так само, як їдучи зелїзницею бачимо, наче-б то переміщають ся дерева і вся околиця). Се пересуванє по давній системі було незрозуміле.

Свій річний оборот навкруги сонця земля виконує на віддаленє 149 мілїонів кільометрів від сього сьвітила. Хоч зорі дуже далеко від нас, проте річне пересуванє землї робить ма-

---

*) Єго твір „De Revolutionibus Orbium Coelestium“ був оголошений у рік по єго смерти (1543 р.)

ленькі зміни в положеню найблизших з них, зміни, як раз відповідні рухови нашої планети, зміни, що дякуючи їм можна було пізнати віддалене від нас зір і знайти друге потверджене подвійного обороту землї.

Було богато й иньших потверджень сих рухів землї. Приміром (се вже буде трете потверджене) наша куля сплощена біля бігунів і опукла на екваторі так само, як і повинно було бути через її обертане навкруги своєї оси. — 4. Коли кинути камінь у глубокий колодязь, він не впаде цїлком вертикально, а трохи на схід. — 5. Усї річи важать троха менше на екваторі, ніж на бігунах, бо відосередна сила зменшає їх вагу. 6. Через те саме довгота секундового маятника коротша біля екватора ніж у Парижи. — 7. Маятник, впроваджений в рух в будь якім місци земної кулї, заховує ту-ж саму плоскість в обертаню, але земля обертаючись виразно переміщає ту плоскість і тим нам доказує свій денний рух. 8. Сьвітло яке одержуємо від нерухомих зір, невеликим відхиленем стверджує річне обертане нашої планети навкруги сонця і т. д. Доказів подвійного обертаня землї, добового і річного, тепер вже дуже богато, але в них нам нема потреби після всего того, що ми вже тут подали. До того ж підстави астрономії так безусловно певні, закони небесної механїки так вислїджені, що можемо відповідно сим законам, загодя пророкувати все, що може статись в небі. Усї астрономічні відкритя в часї послїдних трох з половиною віків довели і потвердили ріжними способами теорию рухів нашої планети; вони зробили можливим навіть пророкувати заздалегідь, на підставі обчислень, істно-

ванє небесної кулї, якої ще нїхто не бачив, остілько тепер докладно відомі і тревало усталені закони астрономії.

Добове і річне обертанє землї, що про них ми доперва казали, се два найголовнїйші рухи нашої планети. Крім того вона робить богато ще иньших, менш головних рухів, але опис їх завів би нас поза межи сего елєментарного твору. Ми знаємо вже більш десяти її ріжних рухів. Наша куля, як иньші є тілько легенька цяцька для вічних сьвітових сил.

## V.

## Наслїдки рухів землї.

*День і ніч, мірене часу, полудники, підсонє, зміни року, роки, календар.*

Обертаючись навкруги себе в 24 годинах, земля підставляє поочередно то один, то другий свій бік під проміня сонця, що сьвітить на неї на віддаленє 149 мілїонів кільомет. Звідси й повстає день і ніч. У тих сторонах, що звернені до сонця, день; на протилежнім боцї від сонця, в сторонах, що лежать в межах земної тїни, ніч.

З того-ж саме повстає й ріжниця в годинах: в сторонах, що як раз проти сонця, буде південь; в протилежних сторонах буде північ. В тих сторонах, що через обертанє землї починають наближати ся до сонця, буде ранок, а в тих, що починають віддаляти ся, буде вечір. Кожда сторона обертає ся в 24 годинах навкруги земної оси. Коли подивимо ся на земний ґльоб, маю чи перед себе північний бігун

побачимо таке видовище, яке подаємо на рисунку ч. 6. Нам треба уявити над сею півкулею високо у горі сяюче сонце; в осередку буде північний бігун, а кружінь сего диску буде екватором півкулї. Двацять і чотири меридияни проведені від бігуна до екватора; в думках ми можемо їх продовжити по другий бік екватора через полудневу півкулю до полудневого бігуна. Запишемо положенє двацяти шести головних точок, ось вони:

1) Париж — південь.
2) Відень — 12 г. 56 хв.
3) Петербург — 1 г. 52 хв. (на вечір)
4) Суець — 2 г.
5) Тегеран — 3 г. 16 хв.
6) Бухара — 4 г. 3 хв.
7) Делї — 5 г.
8) Ава — 6 г. 14 хв.
9) Пекін — 7 г. 37 хв.
10) Зедо — 7 г 10 хв.
11) Охотськ — 9 г. 23 хв.
12) Алеутські острови — 45 хв. північ.
13) Петронавсловський — 1 г. 35 хв. ранок.
14) Сан-Франціско — 3 г. 41 хв. (ранну).
15) Сан-Діеґо — 4. г. 2 хв.
16) Мехіко — 5 г. 14 хв.
17) Новий Орлеан — 5 г. 50 хв.
18) Куба — 6 г. 21 хв.
19) Ню-Йорк — 6 г. 55 хв.
20) Квебек — 7 г. 6 хв.
21) Ріг Фаревель — 8 г. 55 хв.
22) Рейкіявік — 10 г. 23 хв.
23) Могадор — 11 г. 12 хв.
24) Лїсбона — 11 г. 14 хв.

25) Мадрит — 11 г. 36 хв.
26) Льондон — 11 г. 51 хв.

З сего видно, що коли в Парижи полудне, в Льондоні тілько 11 г. 56 хв., тим часом у Відни вже сливе година, у Петербурзї вже сливе 2 г. Земля обертає ся в напрямі, показанім на нашім малюнку стрілами, і з відси повстають поочередно усї години в усїх сторонах.

Коли ми захочемо обїхати земну кулю з заходу на схід, випередимо сонце на 1 день і повернувши в те саме місце приміром в понедїлок, побачимо, що тут ще недїля. Коли їхати на вкруги сьвіта зі сходу на захід, буде навпаки.

Сей добовий рух землї дає нам міру часу. Єго довгість подїлено на 24 рівні частини і названо їх годинами; кожду годину роздїлили на 60 хвилин, кожду хвилину на 60 секунд. Коли-б земля не обертала ся, не було-б і часу. У безмежнім просторі нема часу. Астрономія утворила час і мірить єго.

Але земля не обертає ся просто, а трохи в похиленім положеню. Коли-б вона обертала ся просто, по всїх сторонах день і ніч однаково мали-б по 12 годин. А що вона обертає ся в похилім положеню, то в тих сторонах, що їм при обертаню землї доводить ся зробити більшу частину добового обороту на осьвітленім сонцем боцї, днї будуть довші, і навпаки в тих, що пробігають на осьвітленім сонцем боцї маленьку частину кругу, днї будуть коротші.

Кождий легко се зрозуміє, розглядївши рисунок ч. 7, а ще красше ч. 8, бо на сему

великому малюнку виразно видно, які наслїдки дає сей нахил.

Завважмо ще, що земля обертаючись на вкруги сонця в часї одного року, удержує все те саме похиле положенє. З сього виходить, що сторони, які у певні часи року мають найдовші днї, через шість місяців будуть в протилежнім становищу, і тодї у них днї будуть найкоротші.

З того похиленого становища землї при обертаню повстають зміни року і підсоня: Лїто настає в кождій півкулї тодї, коли сонце осьвітлює бігун північної півкулї, і тодї у нас починає ся лїто. В сей саме час на полудневій півкулї зима. Шість місяців згодом, 21. грудня навпаки: у нас зима, а на південній півкулї лїто. Ще й тепер є люди, які хибно думають, що полуднева півкуля теплїйша від північної, а були навіть поети, що звали полудневий бігун пекучим. Справдї-ж найгорячійший пас земної кулї лежить по сей і по той бік екватора; сонїшне промінє паде на него сливе вертикально. Єго й звуть горячою полосою. Звідси дує теплий вітер на умірковану полосу, північну і полудневу; таким робом для нас сей теплий вітер дме з полудня, для мешканців полудневої півкулї приходить з півночи:

На рисунку 9 показано розклад сих полос на земній поверхни.

Через те, що земна куля рухає ся в просторі з осею, похиленою на $23^0$ $27'$ від вертикальної до площи її обороту, навкруги сонця, то сонце сьвітячи в часи рівнодення, себто 21. цьвітня і 21. вересня просто над екватором, потроху далї відхиляє ся, щоб досягти $23^0$ $27'$

північної широти 21. червня, і 23° 27′ південної широти 21. грудня. На сїм просторі, між 23° 27′ північної і 23° 27′ південної широти лежить пекучий пояс. Круги, що начеркнені на земному ґльобі на сїм віддаленю від рівника, звуть ся зворотниками.

З 21. червня сонце осьвітлює північний бігун на просторони в 23° 27′ (66° 33′ широти) так, що в тім крузї сонце не заходить. А сам бігун зістає осьвітленим через 6 місяцїв. Так кождий бігун по черзї то осьвітлює ся сонцем через 6 місяцїв, то стілько-ж часу не бачить єго зовсїм. Кола, що намальовані на ґльобі на відступі від кождого бігуна на 23° 27′ звуть ся бігуновими колами, а країни, що лежать в серединї тих кіл звуть ся бігуновими поясами; се ті безщасні краї, де сливе півроку тягне ся ніч, а в другу половину року вони мають тілько скісні проміня блїдого сонця, що підбиває ся спірально над похмурим овидом і холодно висьвічує на крижану пустелю бігунових країн.

Щоб доповнити наші ґеометричні знаня про земний ґльоб завважмо, що для визначеня ґеоґрафічного положеня цїлий екватор подїлено на 360 частин, що звуть ся ступенями. Кола, що обходять навкруги земної кулї в напрямі від бігунів до рівника, звуть ся колами довготи, або полуденниками. Їх рисують на ґльобі в напрямі з півдня на північ, і числять у той і у другий бік від полуденника, що бере ся за точку виходу. Колами широти звуть ся кола, що рисують їх рівнобіжно з рівником, від него до бігунів; для сих кіл взято 90° : 0° на рівнику і 90 на бігунах. Кола широти роблять ся все менш, що близше до бігунів, тим часом як

кола довготи, або полуденники усї однаково великі, обходять навкруги увесь ґльоб і кождий з них має 40,008.000 метрів.

Пересїчна довжина дуги в один ступінь на полуденнику має 111133 метрів. Позаяк земля не зовсїм кругла, а трохи сплощена біля бігунів (на 1/292), то дуга полуденника в один ступінь трохи коротша біля рівника — 110563 метра — і трохи довша біля бігуна — 111707 метрів.

Коли звернемо ся до широти, то вбачимо, що довгота дуги одного ступіня швидко поменшує ся, починаючи від рівника до бігунів, особливо в бігунових краях. На рівнику вона має в собі 111324 метри, на 45° широти — 78853 і тілько 19396 метрів на 80° ступенї широти.

Обсяг землї, що має 40,007.764 метрів здовж рівника, на широтї Парижа (48° 50′) має тілько 26,350.000 метрів. Тим то, щоб виповнити добовий оборот навкруги земної оси, певна точка на рівнику рухає ся з скорістю 464 метри у секунду; скорість-же на широтї Парижа тілько 305 метрів у секунду. На самім же бігунї вона рівнає ся нулї.

З сього ми ще бачимо, що на широтї Парижа досить віддалити ся на 395 м. на схід або захід, щоб мати ріжницю на секунду у одну годину. На відступі 610 м. ріжниця буде в 2 секунди; 915 м. — у 3 секунди. Сонце перебігає ґеоґрафічну Францию від Океана до Рена в 49 мінутах. Швидко летять години, теж і днї, і роки. Fugit Hora! казали стародавні соняшні годинники: час біжить і не вертає ся!

Час обороту землї навкруги оси рівнає

ся 23 годинам, 56 хвилинам і 4 секундам, або 86164 секундам. Але звичайно кажуть, що він має 24 години і ось через що:

Обертаючись сама навкруги себе, земля в той самий час обертає ся навкруги сонця; значить вона пересуває ся в напрямі дуги кола. В часї 86164 сек. свого добового обороту вона трохи посуває ся на своїй дорозї навкруги сонця. Подивімось на 10 рисунок. На першім лївім ґльобі полуденник А як раз вертикальний до сонця. За 86164 сек., коли земля оберне ся навкруги себе і трохи посуне ся у перед по дузї кола, як бачимо на правім ґльобі, полуденник А. верне ся до першої точки, він буде рівнобіжний до першого полуденника: тодї та сама зоря пройде через полуденник. Але сонце, що містить ся в осередку річного руху землї, буде трохи лїворуч від зорі, і щоб той самий полуденник А. став знов як раз проти сонця, землї прийде ся ще трохи повернути ся в часї трох хвилин і 56 секунд. Значить соняшна доба, що кермує житєм, має точно 24 годин. Але зоряна доба, або довгота обороту землї навкруги своєї оси має тілько 23 год. 56 хв., 4 сек.

Ми вже сказали, що земля обходить навкруги сонця здовж величезної орбіти, що її вона повинна пройти в роцї. Щоб пробігти сю орбіту, віддалену від сонця на 149 мілїонів кільометрів, землї потрібно 365 день, 6 год., 9 хв. і 9 сек. Період сего обороту зве ся зоряним роком. Але подібно до того, як вигоди житя присилували віддати перевагу перед зоряним правдивим днем соняшному дню, бо в основі нїхто иньший, як сонце кермує нашим житєм, так само цивільний рік не реґу-

лює ся сим точним оборотом землї. Кождого року один дуже повільний коловоротний земний рух, що зве ся упередженєм рівнодення і виповняє ся не менш як у 25870 років, відсуває щорічно точку рівнодення більш менш на 20 хвилин і тим самим відсуває зміни року, що їх цикль і становить на практицї наш правдивий рік. Сей цивільний рік має 365 дн., 5 г., 48. хв. 46 сек.

Сих 5 г., 48 хв., 46 с. присилували зробити неоднакові роки — з 365 і 366 днями: сей послїдний з 366 днями буває що четвертого року з винятком деяких років, що припадають на початок нового столїтя; сї роки задля можливо більшої точности не бувають переступними; приміром 1900 рік не буде переступним. За сим винятком сливе усї роки, що їх число дїлить ся на 4, будуть переступними, наприклад: 1888, 1892, 1896 р.

В часї сего рокового обороту навкруги сонця на відступі 149 мілїонів кільометрів, земля перебігає 930 мілїонів кілм. з корістю 106.000 кільометрів в годинї, або 29.500 метрів в секундї. Виходить, 930 мілїонів кільометрів треба перебігти у 365 д., 6 г., 9 хв. Земля жене, летить в просторі з скорістю 2,544.000 кільом. на день, або 106.000 км. на годину, або 29.500 метрів на секунду! Ся швидкість одинацять сот разів більша, нїж швидкість гарматної кулї.

Як можна уявити собі таку швидкість, що переважає більш нїж 1000 разів швидкість поїзду express. Ми її не почуваємо, бо земна куля, як і все иньше в безмежнім небеснім просторі рухає ся без шелесту, без тертя. Її рух спокійнїйший від руху човна на

тихій поверхни ріки, спокійнїйший від руху ґондолї на ляґунах Венециї, від руху бальона в блакітних рівнинах тихого воздуха. При таких умовах пересуваня, фізично неможливо відчувати рухи землї. Ми навіть не можемо й бачити їх. Все, що кругом нас, пересуває ся разом з нами і все воно нерухоме відносно до нас. Атмосфера, хмари, все йде з нами в однім загальнім акордї. Значить, ми нїяким робом не можемо відчувати рухів землї. Тілько спостереженя над зоряним небом, що не бере участи в нашім руху, обчисленя, та розум є ті способи, до яких звертаємо ся, щоб пізнати дїйсність і зрозуміти її.

Щоб побачити рухи землї, щоб відчути величність їх, треба було-б уявити себе не на земли, а поза нею, недалеко від орбіти її обороту в абсолютнім просторі. Тодї побачили-б ми, як вона наближає ся здалека, маючи вигляд зорі, що все побільшує ся. Вона скоро наближала би ся до нас і здала ся нам схожою на місяць. Далї все побільшуючись, вона пробігла би з страшенною скорістю перед нами, мов-би желїзничий поїзд. Але у нас ледви хопило-б часу, щоб пізнати її, розібрати, де суша і де море на її кулї; вона промайнула-б перед нашими здивованими очима неспогаданою швидкістю і полетїла-б далї, все зменшуючись і все віддаляючись у просторі. Її швидкість 1100 разів більша нїж швидкість поїзду express. А що поїзд express 1100 разів біжить швидше нїж черепаха, то якби ми поклали поїзд здоганяти землю у просторі, се булоб те саме, як би черепаха захотїла здігнати поїзд.

І ось ми живемо на сїй кули, що має три тисячі миль у прогонї, живемо подібно до по-

рошинок, що поприлипали до гарматної кулї, яка летить у просторі.

Коли наші читачі добре зрозуміли все те, що ми сказали про скорість рокового обороту землї навкруги сонця, про її добовий оборот навкруги своєї оси, про її відокремленість, сферичність і її цїлковиту подібність до иньших небесних куль, що так само, як і вона тяжать до того самого огнища, тодї вони мають розумінє дїйсного положеня річей, вони бачуть і відчувають все те, що дїє ся; з того часу вони знають — раз на все, що земля є ніщо иньше, як небесна куля, що ми живемо на нїй, так як от могли б жити приміром на Венері або на Юпітері, і що ми тілько пасажири сього небесного судна, що плаває в небі.

Зорі наповнюють увесь простір навколо і в день і в ночи. Але щоб бачити їх голим оком конче потрібна темнота, потрібно щоб атмосфера не була осьвітлена соняшним сьвітлом. Тим то ми бачимо зорі тілько в ночи. Тодї нам здає ся, що вони сходять на східнім краю неба, досягають певної висоти на небі і заходять на західнім краю. Се велике і величне видовище зоряного неба дало людям можливість утворити астрономію, стати вище за того, що тілько здає ся, і відкрити закони, що кермують всьесьвітом.

Якби не було ночи, ми нїколи нїчого не дізнали-б ся. В таємничих глубинах простору блищать тисячі променистих точок ріжної величини. Їх видимі сполученя в співзіря, їх поява у ті самі часи року, їх відвічна незмірність і сей величний нічний пересув цїлого небесного склепіня — все се з перво-початку сьвіта дивувало перших людей. Вони питали

себе, що то є сї сьвітляні точки, що висять над їх головами; вони сполучали їх зі змінами року, з роками, що ними, здавалось, вони кермували, і питали у них про тайни людської долї. Потім їх почали вислїджувати, відкрили особливі рухи планет, що мов снують ся по під зорями; досягли того, що довідались, що сї планети обертають ся як і наша земля на вкруги сонця і що земля, є не що иньше як блукаюча планета. Пізнїйше пішли ще далї, змірили докладно віддаленя, що відділяють нас від місяця, сонця, планет і зір, не вважаючи на їх віддаленє від нас. І що далї, то все більш могутні в своїх побідах над всесьвітом, люде досягли того, що зважили сї небесні тїла так само, наче-б вони могли їх причепити до кільця дінамометра і відкрити їх фізичну і хемічну будову. І так постепенно, непомітно чудова Уранїя, цариця усїх наук, винесла людську думку на престол, звідки вона панує над незмірним гуртом всесьвітного творива.

## VI.

## Нове око людськости.

### *Оптичні інструменти і обсерваториї.*

Ми справедливо подивляємо винайденє глядної труби, але разом з тим нам може бути чудно, що вона не була вигадана вчаснїйше. Шкло уживає ся вже більш, як три тисячі років. Я памятаю, що бачив у вірменськім монастирі сьв. Лазаря, на острові такої назви, біля Венециї египетську мумію, що їй було не менш як три тисячі років; вона була уся загорнена у тканину з дрібненького, блакітного,

шкляного намиста. Так само я був здивований, коли на руїнах Помпеї знайдено шкляний посуд, що істнує вже більш як вісімнацять віків. — На руїнах Ніневи найдено кришталь кварцу шестикутний дву-опуклий; се був орнамент оброблений на точилї, або яким иньшим подібним способом, і мав форму сочевиці. І сьому шклу більш як чотири тисячі років. Арістофан, Плїнїй, Сенека, Плютарх згадують про шкло, що його вживали і Римляне і Греки. Аристофан у своїй комедиї „Оболоки“ пропонує жартуючи навіть науковий спосіб, як загладити слїди своїх довгів: треба тілько сконцентрувати за помічю шкляної кулї соняшне проміне на квітах, тодї на табличках віск розтопить ся і все, що написано знищить ся. Вгнуті зеркала, подібні до телєскопічних, були ще в часах Архімеда. Плїнїй каже про ізмарагд, виточений, як угнуте шкло; сей ізмарагд уживав Нерон, коли дивив ся в цирку на кроваві забави. Окуляри були вигадані в тринайцятім столїтю. А про те тілько 1590 р. була зроблена перша глядна труба (Захаром Янсеном, фабрикантом окулярів у Міддельбурзї) і тілько з 1606 р., вона зробила ся загальним майном (дякуючи Ганеови Ліпереєви, фабрикантови окулярів теж у Міддельбурзї). Що за повільний поступ людськости.

Ера оптичної астрономії починає ся тілько з 1609 р., коли Ґалїлєй, почувши про голяндське винайденє, зробив в Італїї першу глядну трубу і звернув її на небо. Несподївані винайденя були нагородою за його допитливість, перед його здивованими очима з'явились гори на місяцю, плями на сонцю, сателїти Юпітера, фази Венери, зорі молочної дороги. Ся труба

була сьвято захована і тепер вона в Фльорентійській Академії.

Без шкла цивілїзация не доступила-б ся до нашого північного підсоня; дякуючи тілько одному йому, можемо жити у захисті від холоду, вітру й негоди, маючи разом з тим дневне сьвітло, соняшне тепло і можливість обсервувати природу. Шкло уможливило фізичні проби за помічю барометра і термометра. Шкло утворило два нові оптичні орґани сучасної людськости: мікроскоп, що відкриває нам все незмірно мале, і телескоп, що переносить нас до незмірно великого. Наука сливе цілком уся обовязана прислугам сього розтопленого піску, сеї маси, що зве ся шклом. Чиста прозора субстанция! розум мислителя дивить ся на тебе з симпатією, бо ти була більшим добром для людськости і користнїйша для поступу людського знаня, як усї преможні і монархи вкупі.

З часів Ґалїлея наука і оптична штука ішли безупинно до свого удосконаленя, спершу в XVII віцї повільно, далї з половини XVIII столїтя швидше і з особливим поступом в послїдній половинї столїтя. Удосконаленя інструментів просто таки спустили висоту небес на досяг людського прозору, або краще кажучи сї удосконаленя приближили до наших очей усї другі сьвіти, так наче-б ми справдї могли покинути землю і перелинути на сї небесні кулї. Ми бачимо голим оком планети, як звичайні блискучі точки. без виразного окрисленя. Коли-ж ми побільшимо їх, вони виразно роблять ся кружками. Побільшити предмет, або його приблизити — се однаково з розгляду ґеометричного. Приміром людина стоїть далеко в полї: голим оком відзначаємо тілько точку,

рухому, коли людина починає йти; коли на сю точку направити глядну трубу, вона побільшує ся 10 разів, і сего буде досить, щоб в тій точці вгадати людину; те-ж саме було-б, коли-б ми наблизились до сеї людини на $^{9}/_{10}$ просторони, що лежить між нами і нею. Значить, коли вона була від нас на 4 кільом., тепер буде на 400 метрів. Побільшенє в 20 раз наближить її ще подвійно, то-б-то на 200 метрів; побільшенє у 40 разів наблизить до нас сю людину так, наче б вона була на 100 метрів від нас. Для людей короткозорих, що розбирають предмети на певних віддаленях дуже невиразно, таке наближенє, або побільшенє ще більше потрібне.

Коли ми зрозуміли, що видима величина річей залежить від того, як вони є завдальшки від нас, то в такім разї маємо точне розумінє першої засади оптики. Якби ми поставили вертикально перед себе однометрову лїнїю, вона нам здала-б ся тим меншою, чим дальше стояла-б від нас; на 100 метрів вона була-б 2 рази меншою, нїж на 50 м.; на 200 м. 2 рази меншою, нїж на 100 і 4 рази меншою, нїж на 50 м. Коли-ж ми приблизимо її на половину її віддаленя від нас, вона здає ся подвійно більшою.

Пересїчне віддаленє місяця від нас — се 38.4000 кільом. (воно трохи зміняє ся, бо наш сателїт обходить нас не по круглій орбітї, а по елїптичній). Значить, коли за помічю оптичного інструменту побільшимо кружало, місяця так, що він нам видасть ся подвійно ширшим в прогонї від того, який ми бачимо голим оком, осягнемо такі самі наслїдки, як тодї коли-б нам повело ся зменшити віддаленє

місяця від нас на половину, себ то коли-б ми його могли побачити на 192.000 кільом. від нас.

Місячне кружало побільшене 100 разів покаже нам місяць таким, яким би він був на віддалене 3840 кільом.; побільшене 1000 разів — таким, яким він є на 384 кільом., а побільшене 2000 разів — яким він є на 192 кільом. від нас. При побільшеню у десять тисяч раз він нам здає ся таким, яким-би ми його побачили тілько на 38 кільом. від нас!

На жаль побільшуванє сих оптичних інструментів має свої границї і цїлком зависить від виміру і удосконаленя самих інструментів.

Найсильнїйші оптичні інструменти за нашого часу є:

1) Великий екваторіяль обсерваториї гори Гамільтона біля Р. Франціско у Каліфорнії, збудований в 1887 р.; його сочкувате шкло має 0,97 м. у прогонї, а єго довжина має 15 метрів; він може побільшувати 2400 разів.

2) Великий екваторіяль обсерваториї в Нїцеї, збудований у 1887 р.; його сочкувате шкло має 0,76 м. у прогонї, а довжина його 18 метрів; він може побільшувати у 2000 разів.

3) Великий екваторіяль Пулковської обсерваториї біля Петербурга, подібний до попередного і збудований теж в 1887 р.

4) Великий телєскоп, що 1862 р. спорудив анґлїйський неґоциянт Лясель; се один з найкращих, що коли-небудь істнували; єго зеркало має 1,22 м. у прогонї, а довжина 11,40 м.; будівничий сего телєскопу зробив богато чудових винайдень. Вже декілько років, як він помер і його інструмент розібрали. Сей інструмент міг побільшувати 2000 разів.

5) Великий телєскоп обсерваториї в Мельбурнї; його зеркало, як і попередного, має в прогонї 1,22 м. (4 анґлїйських футів); єго довжина 9 метрів; функціонує від 1870 р. у Мельбурнї. Оптична сила така сама, як і попередного. При сїм завважимо, що телєскопи ріжнять ся від глядних труб тим, що мають обовязково зеркало замість сочкуватого шкла. У глядні труби дивлять ся на зорю через сочкувате шкло; в телескопи — бачать її відбитою в зеркалї. Коли і телескоп і глядна труба одної міри, перший всетаки, яко оптичний інструмент слабший від труби. На рисунку 11 подаємо велику глядну трубу осерваторії гори Гамільтона, на рисунку 12 великий телєскоп Ляселя.

Для більшої вигоди і практичности глядні труби (теж і телєскопи) уладжені так, що їх мож звернути на кожду точку на небі, а годинниковим механїзмом їх можна задержувати весь час на певній зорі, що потроху пересуває ся відповідно добовому рухови небесної сфери. Ми бачили в попереднім роздїлї сеї книги, що сї видимі добові рухи бувають справдї від обертаня землї навкруги своєї оси і що сї рухи відбувають ся рівнобіжно рівникови. Здає ся, що зорі що дня роблять на небі кола, відповідні до наших кіл ґеоґрафічної ширини. Сї кола звуть ся колами небесного нахилу; вони рівнобіжні небесному рівникови. Через се й інструменти, збудовані для таких спостережень, звуть ся екваторіялями.

Велике сочкувате шкло у глядній трубі зве ся об'єктивом, а маленьке, що перед ним містить ся, окуляром.

Ось теоретичне поясненє одного з тих інструментів: На верхнім кінци глядної труби ставить ся сочкувате опукле шкло. Коли звернемо трубу на зорю AB (рис. 19), то її проміні, переходячи крізь опукле шкло, перехрестять ся, продовжать ся в трубі і в точці ab дадуть перевернений образ зорі AB. Маленьке сочкувате шкло, що править тут за окуляр, поставлено так, щоб доповняти сей образ ab і представляти його оку обсерватора так, начеб він містив ся на просторони від A' до B'. Таким робом зоря AB здаєть ся нам збільшеною до величини лїнії A'B'.

Пункт ab, де складає ся образ, є огнище об'єктива, а віддаленє від об'єктива до сеї точки зве ся віддаленєм огнища

Теория телєскопа значно ріжнить ся від сеї. Через те, що етимольоґія слова телєскоп значить „бачити здалеку", се назвище давало ся спершу усім інструментам, призначеним до обсервациї далеких річей; але здавна вже почали уживати слово „глядна труба" для тих інструментів, що були з сочкуватим шклом, а „телєскоп" для тих, що мали зеркала. А про те ще й досї в Анґлії і ті і другі інструменти звуть ся телєскопами, а коли хочуть показати ріжницю між ними, то перші звуть ся рефракторами, а другі рефлекторами; сї назви залежать від ріжниці в відбиваню проміня сьвітла. Крім того слова „телєскоп", „телєскопічний" вживають ся тодї, коли описують спостереженя над тими зорями, що їх голим оком не мож бачити.

У телєскопі, властиво кажучи, головну ролю відограє не сочкувате шкло, а зеркало. Воно містить ся у долїшній частинї телєскопу,

себто в тій, де містить ся окуляр у глядній трубі. Верхня-ж частина труби телєскопу -- вільна. Є, як бачите, чимало ріжниці в будові і в формі між глядною трубою і телєскопом.

Рисунок 14 подає в профілю телєскоп системи Нютона. На нїм можемо зрозуміти, яким робом відбиває ся тут предмет, що ми його спостерегаємо. Угнуте зеркало М містить ся на самім споді труби; проміня А і В йдуть від зорі, падають на зеркало М., відбившись у ньому, падають на маленьке плоске зеркало Т, що містить ся в серединї труби, нахилене на 45°; над ним у маленькій боковій трубі приробленo окуляр, через який око бачить образ предмету. Щоб дивити ся в телєскоп такого устрою, становлять ся не біля одного з кінців інструменту, як у глядної труби, але з боку.

Зеркала телєскопів довго робили з металю, подібного до бронзу. Щоб вони краще відбивали проміня, богато разів пробували змінити пропорцию мішанини; але що з сими металїчними зерками дуже не легко було поводитись, телєскопи зовсїм були занедбали. Але коли французький оптик Фуко́ додав до сумішки металїв ще й шкло, їх знову почали уживати, бо через се вони зробились богато вигіднїщими і дали кращі оптичні результати.

Уперше ідею телєскопа ми стрічаємо в творі, надрукованім у Лїонї в 1652 р. Зуккіусом, де він каже, що ще 1616 р. він зрозумів проєкт сего інструмента. А про те тілько в 1663 роцї з'явив ся докладний опис телєскопу; його подав анґлїйський вчений Джемс Грегорі. Десять лїт пізнїще Нютон збудував свій телєскоп иньшої системи. Більш як сто ро-

ків по тому Вілям Гершель спорудив правдивий монумент астрономії, збудувавши своїми власними руками найсильнїйший оптичний інструмент, який в той час міг істнувати.

За наші часи обсерваториї заосмотрені усякими інструментами, глядними трубами, телєскопами, що і механїчно і оптично приладнані до ріжних дослїдів і відкрить. Найчастїще уживає ся екваторіяльно-глядна труба. Вона звичайно містить ся під банею, що може повертатись і має трап, що відкриває ся під банею на версї банї, і може зіставатись отвором, доки інструмент направлено на небо.

Вартість інструменту не залежить єдино від його розміру. Розуміє ся, чим він більший, тим він сильнїйший. Але перш над усе потрібно, щоб кривина об'єктива або зеркала була добра; треба щоб образ був дуже виразний. Всї наведені інструменти, належать до найсильнїщих і найкращих оптичних інструментів. Але є ще й иньші, богато менчі від попередних, а проте однакової з ними оптичної вартости. Такі приміром в обсерваториї у Ніцеї два головні екваторіялї: у першого сочкувате шкло має 0,76 м., у другого 0,38 м., себто у двоє менш; їх оптична сила сливе однакова. Екваторіяль Мільонської обсерваториї має 0,22 м., у прогонї, а про те його сила така велика, що за помічю його були зроблені такі тяжкі відкритя, як великими інструментами. Але треба завважити, що хоч вартість інструмента є дуже цїнною його прикметою, а все-ж таки око обсерватора є першою причиною усїх відкрить. І часто мож сказати: яка людина, такий інструмент.

## VII.

# Система сьвіта.

Все те, що ми доси сказали, повинно було упевнити, що земля є не більш, як планета, що обертає ся навкруги самої себе і навколо сонця. Після такого першого найголовнійшого над усе кроку можемо без помилок зрозуміти величність всесьвіта, довідатись про віддаленя між ріжними сьвітами і перш над усе можемо зрозуміти становище нашої планети в соняшній системі, і головні засади небесної механіки.

Сонце панує в самім осередку системи сьвіта, а гурт планет гармонійно тяжить до него. Земля є третою провінциєю сонїшного царства. Між нею а сонцем містить ся Венера і Меркур, а за нею далї Марс, Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун. Для більшої ясности подаємо таблицю соняшної системи, де за одиницю віддаленя від сонця возьмемо льє, що завдовжки у чотири кільометри, бо число 4 разів менше лекше вдержати в голові.

Нарис соняшної системи:

| Планети. | Віддаленє від сонця в мілїонах льє | Час обороту навкруги сонця |
|---|---|---|
| Меркур | 15 | 88 день |
| Венера | 27 | 225 — |
| Земля | 37 | 365 $^1/_4$ |
| Марс | 56 | 1 рік 322 днї |
| Дрібні планети | від 70 до 160 | від 3 до 7 років |
| Юпітер | 192 | 11 років 315 день |
| Сатурн | 355 | 29 — 176 — |
| Уран | 710 | 84 — 87 — |
| Нептун | 1110 | 164 — 281 — |

Отсе й буде найпростійший нарис розкладу планет по їх віддаленям. Щоб лекше їх затямити, їх звичайно ділять на два гурти, по 4 планет в кождім, а між двома гуртами містять ся дрібні планети. 4 перші планети менчі, чотири другі дуже великі. Всі ті планети на таких віддаленях від сонця обертають ся навкруги нього, а само сонце відносно них стоїть нерухомо в осередку всїх орбіт. Найблизчому до сонця Меркурови треба тілько 88 день, щоб обійти навкруги сонця, в той час, як найдальшому Нептунови потрібно 165 наших років. Ріжниця в довготї обігу планет залежить не тілько від того, що відповідно їх віддаленю від сонця, їм доводить ся пробігати все більшу просторонь. Ся ріжниця залежить ще і від зменшеня руху планет відповідно віддаленю їх від сонця; що далї від нього, рух їх робить ся все повільнїйший, бо соняшна сила впливає на небесні кулї все менш, що далї вони від осередка. Отсе одна з перших і головних засад небесної механїки.

Щоб добре його зрозуміти, нам треба дещо знати про силу і величину сонця. Перш над усе, чи можемо уявити собі 37 мілїонів льє, що віддїляють його від нас? Трицять сїм разів треба узяти чотири мілїони кільометрів! Якби можна було пустити по сїй дорозї поїзд експрес, що пробігав би у годину по 60 кільометрів, нїгде не зупинюючись, він прибув би на місце за 149 мілїонів хвилин, або за 103.472 днїв, або за 283 лїт. Як богато-б людських поколїнь змінило ся за часи сеї довгої мандрівки! Для того, щоб здаватись нам, не вважаючи на своє страшенне віддалене від нас, таким великим, яким ми його бачимо, для сонця

в дїйсности повинно бути кольосальним. І справдї, прогін його 108 разів більший від прогона землї.

Уявити собі сю велетенську кулю, що висить в порожнечи і що 108 разів переважає землю, уявити її собі просто неможливо! Сей величезний сьвіт має у прогонї 345.000 льє, а кружінь його більш мілїона льє. Поверхня його 12 тисяч разів більша від поверхнї землї, а його об'єм 1,270.000 разів більший від об'єму землї. Треба-б було більш мілїона планет, подібних до землї, щоб спорудити сонце. Щоб краще порозуміти всю великість сонця проти планет, треба тілько подивитись на рисунок 15.

Сю величезну кулю зважили і змірили астрономи, і ми тепер знаємо, що вона 324.000 разів важча від землї. Коли на одну дошку терезів положити сонце, то на другу-б нам прийшло ся покласти 324.000 земних куль, щоб зрівноважити терези. Ся фантастична вага має 1879 октільонів кільоґрамів:

1879.000,000.000,000.000,000.000,000.000.

Одним з перших природничих законів є закон про всесьвітне тяженє. Всї тїла в природї обопільно притягають ся і все з більшою силою, що більше тої маси, з котрої вони зложені. Притяганє тїла прямо пропорціональне масї, або вазї його. А що сонце 324.000 разів важче нїж земля, воно її притягає до себе з силою, 324.000 разів більшою від сили, з якою притягає до себе земля. Коли-б земля була така важка, як сонце, вона притягала-б все до себе з такою силою, як і сонце; тодї ми не могли-б ходити по земли: один кільоґрам важив би на нїй 340.000 кільоґр.! Се притяганє

зменшує ся помірно до того, як побільшує ся просторонь між тїлами. Поверхня сонця віддалена 108 разів далї від його осередка як поверхня землї від свого. Значить, притяганє сонця, коли-б воно було однакової ваги з землею, повинно би бути менче від притяганя землї 108 у квадратї раз, себто 108 × 108 раз. Перше думали, що сонце притягає землю з силою 324.000 разів більшою, нїж сила притяганя землї; тепер бачимо, що, позаяк осередок його 108 разів дальше від його поверхнї, як осередок землї від своєї, сила його притяганя зменшує ся 108 × 108 разів. Значить, дїйсна сила його притяганя буде 324.000 : (108 × 108) = 27, т. є. вона тілько 27 разів більша від сили притягана землї. Але й се сила страшенна. Як би кільоґрам з землї перенести на сонце, він важив-би там 27 кільоґрамів; звичайна людина важила-б там 2 тисячі кільоґрамів і не то що не витримала-б своєї власної ваги, але заразже була-б розбита на безлїч частин, так начеб її потовчено в ступі! Кожда річ падала-б эам з корістю 134 метрів на секунду: така там ттрашенна сила притяганя! Така велика енерґія сього кольосального огнища! Сонце одно важить 700 разів більше як планети, всї сателїти, усї комети, усї вкупі сьвітила його системи!

І власно ся дивна сила примушує рухатись усю систему. І подібно до того, як рука, що держить процу, силує камінь обертатись з скорістю, зависимою від енерґії самої руки, так і скорість обороту планет по їх орбітам, зависить цїлком від соняшної енерґії. Містячись в осередку планетних орбіт, сонце є і рукою, що їх держить і кермує в просторони, і огни-

щем, що їх гріє, і сьвіточем, що дає їм сьвітло, і невичерпаним жерелом їх житя і їх краси. Воно є правдивим серцем сього величезного орґанїзму. Примушуючи планети обертатись навкруги себе, воно надає кождій з них силу руху пропорционально до віддаленя від него, таку силу руху, яка потрібна, щоб повсякчасно піддержувати їх рівноважність, щоб перешкодити їм попадати на сонце і заразом віддалити ся від нього. Якби сей наданий планетам рух був хоч трохи повільнїйший, його було-б за мало, щоб розвинути відосередню силу, і планета-б наблизила ся до сонця, щоб помалу впасти на нього, роблячи все вузчу спіраль; коли-б сей рух був трохи прудчійший, він розвинув би велику відосередню силу, і тодї планета відійшла-б від сонця, потроху все віддаляючись по спірали, яка-б що далї більшала. Але се не може бути. Планети сї, дочки сонця, відлучившись від рівникової частини соняшної туманности, не втратили сеї живої сили, що надано їм з роду. Вони корять ся, як і корились свому батькови і лишають ся під безпосередним його урядом. Сили природи силаі, закони її незмінні. Становище соняшної системи цїлком зависить від сонця — воно її творить, воно її держить. Коли-б сонце було двічи важче, воно було-б двічи сильнїще; планети тодї кружляли-б швидше, і наші роки були-б коротші. Якби воно, навпаки було лекше, земля і иньші планети плавали-б з меншою швидкістю, і наші роки були-б довші. Таким робом усїм кермує тілько сила сонця.

Планети роблять навкруги сонця не просто круглі орбіти, а трохи елїптичні. Астроном Кеплер, відкривши закони, що кермують сими

рухами, так формулував їх: 1) Планети, обертаючись навкруги сонця, роблять еліпси, що в одному з осередків їх містить ся сонце. 2) Площі, утворені радіюсами векторами орбіт, пропорціональні часови потрібному, щоб їх перейти.

Придивім ся якійсь одній планеті в ріжні доби її обігу і уявім собі на її орбіті дуги AB, CD, EF, що пробігає планета в однаковім періоді часу, пр. в місяци, або докладнійше в 30 днях (рисунок 16).

Скорість руху планети міняє ся відповідно до свого місця на орбіті. Планета іде середною скорістю, коли вона на середнім віддаленю від сонця в AB. Коли вона, наблизившись до сонця, буде в CD, її скорість побільшить ся. Коли планета віддалить ся до точок EF, вона йтиме богато повільнійше. Значить рух землї по її орбіті неоднаковий: вона йде богато прудчійше в часи свого перігелїя (січень) як афелїя (липень). Дуги, що планета переходить в однаковий час, будуть все менчі, чим більше віддаленє планети від сонця. Але площи, які міститимуть ся між сими дугами і лїніями, що проведені від кінців дуг до сонця, сї площи будуть однакові. Факт сей гідний уваги. Таким робом землї, щоб перейти від E до F, потрібно стілько саме часу, скілько потрібно, щоб перейти від C до D, хоч перша дуга богато менча від другої. Радіюсами векторами і звуть ся лїнії SE, SF, SA, SB і т. д. проведені від сонця до планети в її ріжних становищах. Площи, що містять ся між сими радіюсами векторами, пропорціональні часови, який потрібний, щоб їх пробігти: вони будуть двічи, тричи в четверо більші. Коли рисунок 16 накрислити на тек-

турі і вирізати сектори, всї три клаптики повинні бути однакової ваги.

Трета головна теза, що її доконче потрібно знати, щоб добре розуміти сї рухи, буде така: 3) Квадрати часу обігу планет навкруги сонця так відносять ся до себе, як куби їх віддалень. Се найголовнїйший закон, бо він звязує усї планети між собою.

Час обігу буде все довший, чим більше віддалене тїла, або чим більший прогін орбіти. Уклад планет, починаючи з сонця, буде однаковий, чи тодї, коли ми порозставляємо планети відповідно їх віддаленям, чи коли відповідно часови, потрібному їм, щоб зробили свій обіг. Але час обігу побільшує ся скорше, ніж віддалене — між ними нема точної пропорциї. Так приміром Нептун 30 разів дальше від сонця як земля. Куб сего віддаленя буде $30 \times 30 \times 30 = 27000$. Час обігу Нептуна 155 раз більший від часу обігу землї, а єго квадрат буде $165 \times 165 = 2700$ круглим числом; але щоб мати докладне число, треба брати дроби, бо час обігу Нептуна має не рівно 165 р. Саме те-ж буде і для всїх планет, за всїх сателїтів, за всїх небесних тїл. Отже обіг планет навкруги сонця відбуває ся відповідно їх віддаленям від нього. Чим дальше вони від сонця. тим повільнїйше вони кружать.

До сих трех законів, що носять імя Кеплєра, що віднайшов їх, можемо додати четверту тезу — вона доповнює і вияснює їх: се закон про притяганє, або всесьвітне тяжінє, закон віднайдений Ньютоном вже по працях Кеплєра.

Материя притягає материю просто пропорціонально масї і противно пропорціонально

квадратови віддалень. Коли віддаленє двічи побільшено, притяганє стає четверо менше; коли віддаленє тричи більше, притяганє девятеро менше і т. д.

Отже після усього того, що сказано, ми тепер повинні знати, що в осередку нашої соняшної системи, в осередку планетного руху містить ся сонце. Своєю масою воно притягає другі планети і держить їх навкруги себе неначе-б то у невидимій сїтцї; з сього притяганя повстає рух планет, відповідний їх віддаленям від сонця. Зрозумівши все те, матимемо ясне і живе розумінє про дійсність і на все залишимо химерну віру у недвижимість землї в осередку сьвіта і дитинячий страх, який могли почувати при думцї, що земля нїчим не підперта і що вона може впасти! Тепер знаємо, що наша куля плаває в небі.

Зменшенє сили сонця при побільшуваню віддаленя від нього, дає відповідне зменшенє скорости обігу планет на їх орбітах. В той час, як земля проходить по 29.000 метрів на секунду, швидкість обігу Меркура є 47.000 метрів, а Нептуна тілько 5000 метрів на секунду.

Не вважаючи на таку ріжницю в обігу, всї планети біжуть з такою швидкістю, що коли-б дві з них стріли ся на своїй дорозї, зіткненє було-б над наші понятя: не то що вони розбили би ся на маленькі шматочки, спорошкували-б ся і одна і друга, але сила їх руху обертала-б ся в тепло і температура зробила би ся такою високою, що вся їх материя обернула-б ся в пару,—все чисто—земля, камінь, вода, рослини, люде — з усього сього вийшла-б якась неосяжна туманність!

Додамо ще до сього, що богато планет вертають свою дорогу в товаристві сателїтів; сателїти ходять навкруги них так, як вони навкруги сонця. Земля має одного сателїта: місяць, що виконує свій обіг навкруги неї в 27 днях. Марс має два сателїти, Юпітер чотири, Сатурн вісїм, Уран чотири і Нептун щонайменче одного.

Отже щоб цїлком зрозуміти соняшну систему, ми повинні уявити собі в її осередку сонце, сю кольосальну кулю, що обертає ся навкруги себе в 26 днях, — далї планети, що обертають ся в такім самім напрямі, як і сонце і містять ся більше менше в плоскости його рівника; — навкруги планет сателїти з оборотом в такім же самім напрямі — і нарештї комети, що бігають не по круглих, але дуже елїптичних орбітах по всїх напрямах між планетними орбітами. В той самий час, як кожда з сих планет виконує свій обіг, всї вони вкупі з сонцем женуть в просторі до співзіря Геркулеса, у зоряний край, що до його середини ми добіжимо за декілько віків.

Тут подаємо маленьку таблицю, що з неї можно бачити ріжницю в величинї і вазї головних небесних куль, з яких складає ся соняшна система; у сїй таблицї землю взято за одиницю.

Порівнаня великостей і мас, або ваги.

| | Прогони | Обєми | Вага |
|---|---|---|---|
| Сонце | 108,5 | 1280000 | 324000 |
| Юпітер | 11,1 | 1279 | 309 |
| Сатурн | 9,3 | 719 | 92 |
| Уран | 4,2 | 69 | 14 |
| Нептун | 3,8 | 55 | 16 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Земля | 1,0 | 1 | 1 |
| Венера | 0,99 | 0,87 | 0,79 |
| Марс | 0,53 | 0,16 | 0,11 |
| Меркур | 0,37 | 0,05 | 0,07 |
| Місяць | 0,27 | 0,02 | 0,01 |

Таким робом, коли прогін сонця $108^1/_2$ раз більший від прогона землї, прогін місяця має тілько 27 сотих або трохи більш чверти прогона землї; тодї як обєм сонця 1280000 разів більший від обєму землї, обєм місяця буде тілько 2 сотих або $^1/_{50}$ (докладнїще $^1/_{49}$) обєма землї; і нарешті коли сонце важить 324000 разів більше як земля, вага місяця є тілько сота частина земної ваги. З сеї таблицї бачимо, що є 4 планети більші і важчі від землї. На рисунку 17. можемо порівнати величину сонця з величиною планет: Земля тут має 0,7 м. м. у прогонї, а сонце 75 м. м. На 15. рисунку подаємо плян соняшної системи.

## VIII.

## Сонце.

Ми вже познакомились з тим дневним сьвітилом, з сим огнищем сьвітла, тепла, притяганя, сьвітилом, що кермує і заплоднює усю систему сьвіта. Знаємо також, що ся величезна небесна куля має прогін $108^1/_2$ разів більший від прогона землї, що вона 1280000 більша в обємі і 324000 раз важча від нашої планети. Тепер познакомимось близче з його природою і його фізічною будовою.

Нам здає ся, що сей кольосальний горен горить вічним огнем, бо наше житє коротке, а час істнованя сонця числить ся на міліони років. Але огонь його має свій початок і матиме свій кінець. Звідки він взяв ся? Чим він удержує ся? Коли-б сонце було зложене з земляного вугля, яке горить у чистому кислороді (O), йому-б годі було горіти довше як шість тисяч років. Воно-б згасло ще в доісторичні часи. Три головні причини всї разом удержують сей жар: тиснене самої соняшної кулї, падане метеорів на його поверхню і продукция теплоти, що повстає з хемічних сполучень. Перша причина має бути найголовнїйшою. Ми знаємо механїчний еквівалент теплоти. Коли яке-небудь тїло в той час, як воно паде, зупинити, воно дасть певну скількість тепла, і ся скількість буде однакова, чи коли тїло зупинити при паданю нагло, чи коли постепенно здержувати єго будь-якими перепонами. Коли-ж, а се цїлком можливо, соняшна куля є наслїдком згустїня величезної туманної маси, що тягла ся спервопочатку по той бік орбіти Нептуна, то сила зупиненого при згущеню молекул руху дала в приближеню 18,000.000 разів більше тепла, нїж дає сонце щорічно (Томсон). З сього вийшло б, що сонце могло-б сьвітити майже через 18 мілїонів років; але через цїлий час свого згустїнє воно-б було без порівнаня більше і сьвітило-б инакше. З другого боку, коли-б згустїня було одинокою причиною соняшного тепла, сонце, все далї густїючи і стягаючись, повинно б було найпізнїйше через пять мілїонів років дійти до половини свого теперішного прогону. А що при такім його розмірі воно зробило б ся густїйше 8 ра-

зів, то обернуло-б ся у плин, і температура його почала би остілько падати, що за яких десять міліонів років його тепла не було-б вже досить, щоб удержувати житє, подібне до того, яке істнує тепер. По сій гіпотезї усе житє сонця, яко сьвітила, не переходило-б за трицять міліонів років. До сеї теплоти, що з'являє ся наслїдком згустїня, прилучає ся ще та теплота, що повстає з безнастанного паданя на поверхню сонця великого числа космічної матерії.

Уся теплота, яку випускає сонце що-секунди, дорівнує тій теплотї, яка-б з'явила ся при спаленю від разу одинацяти квадрільонів шести сот тисяч міліярдів тон земляного вугля! Се тепло розходить ся від сонця усіма сторонами. Наша земля, ся малесенька куля, що блукає в віддаленю 149 міліонів кільометрів від сонця, одержує тілько саму незначну частину сього тепла. Як-би уявити навколо сонця, так завдальшки як земля, порожну кулю, і в осередку тої кулї сьвітило-б сонце, то поверхня сеї кулї була-б 2 міліярди раз більша від тої частини, що припадає на землю. Земля перепиняє і утилїзує для своїх мешканців тілько одну двумілїярдову частину соняшного проміня!

Щоб уявити собі, який вигляд має соняшна поверхня, можно порівнати її до поверхнї запаленого в келишку пунчу, маючи при тім на увазї, що ся поверхня горячійша від розтопленого човуна, яркійша від громового сьвітла і що її поломінь висока на сто, двіста і триста тисяч кільометрів.

Поверхня ся неодностайно рівна; її блиск не усюди однаковий. Уявимо собі, що Атлянтик

в огни, і що він укриває кулю 1,280.000 разів більшу від нашої землї. Ся поверхня, вічно рухома, вічно у хвилях, буде поверхнею рідкого огню. Її хвилї, або краще сказати верхи сих хвиль сліплять своєю білістю, тло-ж троха темнїйше. Теж саме бачимо на сонци, коли дивимось на нього у телєскоп: воно наче-б то складає ся з блискучих зерен, що відрізняють ся на троха темнїйшім тлї. Се нам дуже нагадує сїтку. Сї зерна, нї що иньше, як хвилї білого огню завдовшки від 2-х чи 3-х сотень і до тисячи, двох, або й більш кільометрів.

Досить часто на сїй сїтцї показують ся плями, більш або менш великі, темні отвори, що в прогонї завбільшки від декількох тисяч кільометрів до сотнї тисяч, а иноді й більше. Щоб дати понятє про вигляд сих плам, подаємо рисунок (18 і 19) одної з найбільше звісних; пляма ся була спостережена і відрисована 14-го жовтня 1883 р.; вона була 7 раз ширша від землї, мала 89,000 кільометрів у прогонї і була видима голим оком. Взагалї соняші плями може кождий бачити і найменчою глядною трубою. Найголовнїйша при тім річ поставити окуляр в чорне або темно-синє скло. Мож також бачити їх і на білім аркуши паперу, де вони видібють ся, коли поставимо папір в деякім віддаленю перед окуляром.

Досить обсервувати соняшні плями хоч би кілька днів, щоб завважити, що вони пересовують ся. Вони обертають ся разом з сонцем в 26 днях. Се видиме обертанє поверхнї сонця не однакове для цїлої соняшної кулї: воно швидше на рівнику і постепенно зменшає ся відповідно до зменшеня широти — і се також доказує, що поверхня соняшної кулї не тверда.

На рівнику сонця обертанє сих плям виконує ся в 25 днях і 4 годинах; в 25 днях і 12 годинах на 15-ім степени широти, в 26 днях на 25-ім степени в 27 д. на 38-ім, в 28 д. на 48 ім. Дальше слїдити за сими плямами було неможливо, бо вони йдуть двома більш менш вузкими смугами по оба-поли рівника. Але теория показує, що обертанє чим близче до бігунів все повільнїшає, а способи спектрального аналїзу не що давно се допевнили.

Завдяки сему обертаню бачимо, як соняшні плями з'являють ся на східнім боцї сонця, наближають ся потроху до середини у протягу 7 днїв, далї йдуть на захід і, нарештї, за сїм день щезають. 14 днїв потому, як пляма щезне, коли тілько вона за сей час не знищить ся, а се буває дуже часто, вона знов з'являє ся на східнім боцї сонця. Взагалї кожда соняшна пляма держить ся не більш декількох тижнїв. А проте бачили і такі плями, що держались на сонци через чотири або пят соняшних оборотів.

Дїйсний оборот сонця доконує ся в 26 днях, а видиме в $27^1/_2$ днях, і се через те, що земля обертає ся навкруги сонця в тім самім напрямі, як і сонце навкруги самого себе, і за час дїйсного обороту сонця вона проходить чотирнацяту частину своєї річної дороги; через се обсерватор, що дивить ся з землї, бачить пляму на сонци довше, як би бачив тодї, коли-б земля була нерухома. Ся ріжниця в дїйснім видимім обороті сонця подібна до тої, яку ми вже бачили поміж довготою дня і довготою обороту землї навкруги своєї оси. Припадає тепер завважити теж саме і про оборот місяця і довготу місяцевого місяця.

Ми тілько що казали про поломінь сонця і прирівняли його поверхню до океана палаючого пунчу. Над сим рухомим океаном, який зве ся фотосферою, або сферою сьвітла (се й є те сонце, що його бачимо голим оком) понад сею сліпучою поверхнею стеле ся тонкий обрус рожевого ґазу, вогневий обрус, всего від 10 ти до 15 ти кільометрів здовж. Ся атмосфера рожевого пекучого ґазу зве ся хромосферою. Хромосфера складає ся з ґазу неспогадано високої температури. Тут завсїгди горить водород серед пари желїза, магну, натрія і маси иньших металїв. Температура тут така страшна, що елементи тут не з'єднані, а роздїлені. Приміром кислород і водород не можуть сполучити ся, як у нас на земли, щоб дати воду навіть на взір пари; навпаки їх молекули, як і усїх иньших металїв, відпихають ся тут від себе, бо сила жару віддїляє, сказав-би, відокремлює їх один від одного.

І властиво від сього рожевого прозорого обруса здіймає ся соняшне полумя — страшенні огневі вибухи, перед якими наші вулькани здають ся холодними незначними горбками. Обсерваторам доводилось бачити, як сї вибухи огню здіймались у декілько хвилин на сто тисяч кільометрів заввишки і зараз-же падали на взір огневого дощу в розпалений океан, що його поломінь нїколи не згасає. На рисунку 20 подаємо вибух соняшної поломіни, який бачили 30-го сїчня 1885 року. Він мав 228000 кілометрів висоти, т. є був 18 разів більший від прогона землї.

Соняшні плями можна бачити просто крізь глядні труби. Вибухи-ж соняшної поломіни, що звуть ся протуберансами, хоч трохи й ро-

жеві, але о стілько прозорі, що блиск сонця цїлком їх закриває. Щоб бачити їх, послугують ся спектроскопом — се інструмент, зроблений з призми і маленької глядної труби; його звертають саме на край сонця, не займаючи самого края, щоб його блиск не перешкоджував бачити протуберансів; і тодї кождий побачить легку поломінь, що зриває ся по всїх напрямах в найдивнїйших формах; иноді-ж воно відриває ся і плаває як легкі огневі хмарки.

Усї ті з'явища на сонци не повсякчасні, вони підпадають законам періодичности. Иньшими роками бачимо, що сонце вкрите величезними плямами, бачимо страшенні вибухи, бачимо, як зриває ся велитенська поломінь, а иньшими навпаки, воно тихе, спокійне, наче віддихає і збирає нові сили для дальшої своєї діяльности. Найцїкавійше те, що сї з'явища підпадають певній правильности, певному порядкови. Максімум сих плям і вибухів буває приближно що 11 років; мінїмум троха пізнїйше як середина сеї перерви. Так послїдне максімум було з кінцем 1883 р.[1]) значить десятним дробом можно так написати — 1882,9. Попередне максімум було в 1870,9; ще давнїйше в 1859,7 і в 1847,8. Послїдне мінїмум було в 1889,1, а попередні в 1878,9, в 1867,0 і в 1856,2. В такий спосіб маємо:

Періодичність соняшних плям.

| | | Періоди | |
|---|---|---|---|
| Максімум | Мінїмум | Максімума | Мінїмума |
| 1847,8 | 1856.2 | 11,9 років | 10,8 р. |
| 1859,7 | 1867,0 | 11,2 років | 11,9 р. |

[1]) Сї дати відносять ся до 92 р., коли була видана ся книга.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1870,9 | 1878,9 | 13,0 років | 11,0 р. |
| 1883,9 | 1889,9 | | |

Ся періодичність дуже добра. Не менш добре й те, що періодичности такої діяльности сонця цілком відповідає періодичність в з'явищах земного маґнетизму, в рухах маґнесової голки і північної зáграви.[1])

Сонце кермує долею землї. Наше житє, як і кождої живої істоти, кождої рослини залежить від його проміня. У той день, коли воно згасне, наша планета захолоне і зробить ся мертвим кладовищем, укритим темрявою вічної ночи.

В попереднім роздїлї сеї книжки ми бачили, що земля є планетою, що оббігає щорічно сонце, се жерело сьвітла, тепла і житя, і що й другі планети так само обходять його. Поміж сонцем а землею кружать спершу Меркур, далї Венера. По другий бік землї, одно по одному відповідно до їх віддаленя ідуть Марс, маленькі планети, Юпітер, Сатурн, Уранус і Нептун.

Познакомившись з сонцем хоч в головних нарисах, ми повинні були б звернутись до опису других членів соняшної системи, починаючи з найблизчих до її центра, себ-то з Меркура і кінчаючи Нептуном. Але з одного боку ми почали наш твір землею, і се для нас було перш над усе потрібне, бо ми живемо на нїй і з неї дивимось на всесьвіт. З другого боку є небесна куля, для нас досить цїкава через

---

[1]) Розмір сеї маленької книжки не позволяє нам вдаватись в подробиці сего питаня. Але їх можно знайти в нашій Astronomie populaire.

своє близьке сусїдство, через з'явища, які вона витворює при своїх мінах, через ту ролю, яку вона мала і тепер має в календари, в міреню часу, в морських припливах і т. и. Сею небесною кулею є місяць. Він гідний уваги тілько відносно до нашої планети, яко її сателїт. Марс таких сателїтів має два, Юпітер чотири, Сатурн вісїм, Уран що найменше чотири і Нептун напевне стілько-ж, а може й більш, хоч поки що знаємо тілько одного з них. Але задля близького сусїдства і тих відомостей, які вже маємо про місячну поверхню, з'упинимо ся на деякий час на місяцю перш, нїж звернемось до других сьвітів.

## IX.

## Місяць.

Се сьвітило переважно нічне, сьвітить самоти, тишини, таємничости і мрійности. Беручи своє блїде сьвітло від сонця, місяць чемно заступає сего денного бога і наче-б то каже нам, що хоч сонце і заховалось, воно всетаки сьвітить, тілько земля так до него становить ся, що ми його не бачимо. Фази місяця показали зпервопочатку людям, що він має форму кулї, і що те сьвітло, що він його висьвічує на сплячу природу, бере від сонця.

Місяць оббігає землю в часї одного місяця так само, як земля сонце в роцї. Напрям його обігу сливе такий самий, як і землї навкруги сонця. Иноді місяць становить ся якраз поміж сонцем а землею і, заслонюючи собою сонце від нас, робить його міну. Иноді навпаки

місяць переходить поза землею і, попадаючи у тінь, що падає від землї у противний від сонця бік, затемнює ся сам, цїлком, або тілько частиною; відповідно до сього буває відміна цїлого місяця, або тілько його частини. Його фази цїлком залежать від його руху, від того, як він стоїть між сонцем і землею. Коли місяць проходить між нами і сонцем, не бачимо його, бо тодї до нас звернена його неосьвітлена півкуля. Коли він робить з сонцем простий кут, бачимо осьвітленою половину його півкулї — се перша або послїдна квадра. Коли він на протилежнім боцї від сонця, уся його півкуля перед нами осьвітлена, і тодї повний місяць сяє опівночи на нашім небі.

На другий день після новомісячя бачимо вечером молодика на взорець тонесенького серпа з-позаострюваними кінцями. Далї кождий день бачимо його у ту саму годину вже трохи лївійш нїж учора; свій місячний оборот, він виконує з заходу на схід. По новомісячю місячний серп що не день, то все ширшає. Коли воздух зовсїм прозорий, мож добре розглядїти середину місячного кола, не осьвітлену сонцем, сїрої, або як кажуть попелястої краски. Се й є відсьвіт з землї того сьвітла, що вона його бере від сонця.

Місяць біжить навкруги землї на віддаленю 384000 кільометрів по трохи елїптичній орбітї, довгій сливе 2400000 кільом. Сю орбіту він пробігає в 27 днях, 7 годинах, 43 хвилинах, 11 секундах, значить скорість руху місяця більша як один км. що секунди.

Час обігу місяця навкруги землї, зве ся часом сідерального або зоряного обороту, бо се й є той час, який місяць потребує, щоб

повернутись на те саме місце на небі. Коли-б земля була нерухома, ся довгота обігу місяця була-б також довготою його фаз. Але наша планета рухома в просторони і тілько завдяки перспективі здає ся наче-б сонце пересувало ся в противнім напрямі. Коли-ж місяць з кінцем свого обігу вертає ся на те саме місце на небі, сонце вже пересунулось на певну просторонь і, щоб місяцеви знову стати поміж ним і землею, йому потрібно ще більш, як два дни. З сього виходить, що час поміж двома новомісячями має 29 день, 12 годин, 44 хвилин, 3 секунди, і зве ся місяцевим місяцем.

Обертаючись навкруги землї, місяць звернений до нас все одним і тим самим боком.

При першім погляді на місяць у тихий нічний час, коли він висьвічує своїм холодним сьвітлом, не мож не достерегти на ньому якихсь чудних, загадочних образів. Ще тисячу років перед нашим часом, люде помічували сю чудну фіґуру, се лице Феба, що дивить ся на землю, і з таких іменно спостережень над місяцем почалась астрономія; спостерегли також, що ся фіґура лишає ся незмінною і повстає не з туманів на місяци, але з будови його ґрунту. Дякуючи тому, що сї плями на місяци розложені так, начеб то очи, ніс і рот, перші мапи місяця представляли нам його, яко людське лице. І такі мапи ми знаходимо скрізь у всї віки. Але ся случайна подібність зависить цїлком від ґеоґрафічного укладу нашого сателїта, вона дуже мала і зараз щезає, коли дивитись на місяць через телєскоп.

Чи може хто з читачів уявити собі, що земля, коли-б на неї дивити ся з далеку, блистїтиме так, як і повний місяць. А про те се

правда. Ґрунт місяця не білїйший від ґрунту землї. Порівнайте у день місяць з сїрим муром, осьвітленим сонцем, то й побачите, що мур блищить більше. А що робить нашого сателїта блискучим в ночи? Се з одного боку сама ніч, її темрява, а з другого се, що цїла місячна півкуля стиснена в маленький діск. Коли-ж дивитись на місяць через телєскоп, його діск здає ся богато більшим, і через се єго блиск зменшує ся. Рівнаючи місячне сьвітло до сьвітла хмар, бачимо, що перше сьвітло не таке ярке. Коли покласти у темній хатї камінь і звернути на нього соняшне промінє, або коли дивитись у почорнену трубу на який краєвид, осьвітлений сонцем, побачимо, що усе те блищить так само ясно, як і місяць. Ну, а такі порівнаня можливі, бо як відомо з засад оптики, ріжниця в віддаленях річей тут не має значіня.

Місяць не білий, а сїро-жовтий. Він нам здає ся білим у день проти блакитного неба. З тих специяльних проб, які я робив в 1874 і 1875 роках, показало ся, що дїйсна краска його сьвітла є мідяно-жовта або мосяжна. Місяць не то що не яркійший від снїгу, а навіть темнїйший від піску, і сливе одної краски з сїрими скелями. Але не скрізь його поверхня однакова; на нїй є дуже темні місця, є ще темнїйші доли, але є і блискучі як білий снїг кратери.

Ми вже казали, що місяць повернений до землї одним і тим самим боком; а з сього виходить, що за час свого обходу круг землї місяць обертає ся навкруги себе тілько один раз і то не відносно до землї, а відносно до

абсолютної просторони. Оборот місяця навкруги самого себе подаємо на рисунку 21.

Щоб зробити досліди над місяцем, не потребуємо кидати землї. З усїх небесних куль місяць найблизчий до нас. Він сильно з нами звязаний, бо він одної з землею родини; він супроводить землю при її обороті і його доля нерозривно звязана з нашою долею. І справдї що значить ся невелика просторонь 96,0 0 льє, що віддїляє його від нас? Се тілько один крок у всесьвітї; телеґрафічна депеша дійшла-б туди за $1^1/_2$ секунди, гарматна куля долетїла б за 9 день, а поїзд-express доїхав-би за 8 місяців 26 день. Се віддалене місяця від нас є тілько 385-ою частиною просторони, що віддїляє нас від сонця, і тілько стомілїонова частина віддаленя найблищих до нас зір.

Богато є людей на земли, що в своїм житю пройшли таку дорогу як та, що віддїляє нас від місяця!... Щоб злучити сї два сьвіти, досить було-б мосту з 30 ти земних куль. Дякуючи такій близькости, знаємо про місяць більше, як про всї иньші небесні кулї. Вже більш двох сот років тому, як зроблено мапу місяця, спершу дуже неточну і невиразну, далї все з більшими подробицями, а тепер остілько докладну, як і мапа землї.

Се дуже цїкава річ оглядати телескопом гори на місяцю, особливо на молодику, коли сонце осьвітлює їх навкоса, і через се так виразно відзначають ся їх релєфи, а поза ними їх чорні фантастичні тїни. До першої квадри зубчатини молодика подібні до рідкого срібла, що висить на вечірнім небі. По всїй поверхнї місяця порозкидувано богато мов-би обручок, великих і маленьких, тоненьких і грубих, ве

личезних і мікроскопічних; усї вони круглі, але здають ся еліптичними на поверхнї кулї, яку бачимо в зменшенім виглядї. Форми сих обручок остілько дивні, що перші астрономи, що бачили їх в XVII столїтю потому, як винайдено глядні труби не няли віри своїм очам і не хотїли ті образи уважати за природну річ; вони гадали, що то штучні будівлї мешканців місяця, які могли скласти їх завдяки відмінним умовам місяцевого підсоня. Сам Кеплер визнавав їх штучність. Тодї не міркували над страшенною великостю сих будівель.

Усї гори на місяцю в серединї порожні. Уявимо собі подорожного, що мандрує по місяцю; він бачить тут цїлі низки гір, що мостять ся одна на одну; він лїзе на одну з них, виходить з великим трудом на її верх і тїшить ся чудовим краєвидом; але він хоче перелїзти через верх, щоб спуститись протилежним боком гори; а проте він сього не може зробити: гора не має верху. Замість площини на версї, вона порожна, і її кратер спускає ся ще низче від сумежної долини. Треба значить або спуститись на дно кратера, перейти його, (а воно часто має більш як сотню кільометрів у прогонї) піднести ся знову на протилежний бік сього величезного яру і відтак знов спуститись по його убочу; або краще обійти навкруги сей стрімкий убіч, увесь укритись острими шпилями. Хоч на місяцю мушкули втомлюють ся шість разів менше, як на земли, така мандрівка була-б без порівнаня важча як найвідважнїйші мандрівки наших альпейських туристів.

Висота гір на місяцю вимірена дуже точно (чого не мож сказати про гори землї).

Найвищі з них мають більш 7000 метрів. Беручи на увагу пропорциональну величину землї і місяця, ми повинні признати, що наш салелїт більш гористий, як наша планета, і що вулькани на нїм богато більші, нїж на земли. Коли маємо таку гору, як Горизонкар, найвищу в Гімаляях і на всїй земли, гору 8840 метрів високу і рівнаючу ся 1440 ій частинї прогона нашої кулї, то на місяци є гори 7700 м. високі, як приміром гори Дорфеля і Ляйбнїца; їх висота рівнає ся 470 частинї прогона місяця.

Що-ж побачимо, коли в думках перелинемо на місяць? З усеї планетної системи се найблизча до нас планета, але-ж і сама неподібна до нас. Уявимо собі усї ті сцени і краєвиди, які були-б навкруги нас, коли-б ми жили на місяцю, і уявимо собі не ті химерні сцени, що їх часто вигадують у фантастичних мандрівках, але дїйсні образи, які бачимо, дивлячись на місяць у телєскоп, і які справдї істнують на сїй дивній кулї. Сї образи вже бачило око людське і розум людський вже міркував над ними, бо коли ми тихою нічю, залишивши всї сьвітові турботи, направимо наш телєскоп на се самотне сьвітило, ми легко можемо у думках перелинути ту невелику просторонь, яка віддїляє нас від нього, і легко уявити себе на місяцю серед тої панорами, що відкриває ся нашим очам через телєскоп.

Нїяка сторона на землї не може нам дати розуміня про місячну поверхню: нїде не має такого нерівного ґрунту, таких глубоких щілин наче до самої середини його. Гори тутешні на взірець величезних скель навершують

ся їдна на одну, а навкруги страшенних кратерів підносять ся зубчасті вали, або шпилясті стовпи скель, які здалеку нагадують на церквах шпилї, що підносять ся з якогось хаосу.

Атмосфери тут немає, або бодай дуже мало і то тілько по глубоких долах, так що її зовсїм не знати. Нїколи тут не буває нї хмар, нї туманів, нї дощу, нї снїгу. Небо здає ся завсїгди чорним, завсїгди і в день і в ночі усипане зорями.

Уявимо себе серед сеї дикої пустелї при початку дня; на місяцю день пятнацять раз довший від нашого, бо сонцю потрібний цїлий місяць, щоб осьвітлити усю поверхню місяця. Від сходу до заходу сонця числять там не менш, як 354 години. Коли ми опинимо ся на місяцю до схід сонця, ми не побачимо сьвітової зорі, бо коли нема тут воздуха, то й не може бути жадної сутїни. Відразу на чорному обрію з'являють ся блискучі стріли соняшного сьвітла і осьвітлюють верхи гір в той час, як по долинах ще темно. Сьвіт більшає помалу, бо тодї, як в осередкових широтах на землї сонцю потрібно дві з чвертю хвилини, щоб підбитись над землею, на місяцю йому потрібно на се сливе цїлу годину, і через се вельми слабе спершу сьвітло, що воно посилає, більшає дуже помалу. Оце й можна назвати зорею, але вельми короткою, бо коли за пів години сонце з'явить ся вже на половину, сьвітло його здає ся нам остілько-ж сильним, як і тодї, коли воно цїлком підібє ся над обрієм; сяюче сьвітило підбиває ся повільно, як яке блискуче божество на тлї завсїгди чорного, глубокого, безфоремного неба, на якому блищать

зорі як у день, так і в ночи, бо тут немає атмосфери, яка-б заховувала їх від нас при дневнім сьвітлї.

Відсутність атмосфери повинна так впливати на температуру, як у нас на земли на високих горах впливає на неї розріда воздуха, і соняшне тепло, що його задержує звичайна атмосфера, не може тодї зупинятись на поверхни ґрунту і в атмосфері і безнастанно відмігає в простір. Через се повинен бути там завсїгди страшенний холод і не тілько в ночи, що 15 разів більша від нашої, а і довгий соняшний день.

З місяця видно величню планету, якої з землї не бачимо, і яка з місяця здає ся все нерухомою на небі, в той час, як всї иньші проходять поза нею. Сею великою планетою є нїщо иньше як наша земля. Вона проти місяця уявляє такі самі фази, як і він проти землї, тілько навпаки. В той час, коли ми маємо новика, сонце осьвітляє цїлу земну півкулю, звернену до місяця і тодї буває повня землї; за часи повного місяця, земля навпаки обернена до него своєю неосьвітленою півкулею; коли місяць у нас в першій квадрі, земля показує свою послїдну квадру і т. д. Рисунок 22. показує нам, який має вигляд земля, коли на неї дивити ся з місяця.

Який цїкавий вигляд має земля, в часї сеї довгої ночи, що тягне ся цїлих 14 діб! Не кажучи вже про її фази, що ведуть її від першої квадри до повної в саму половину ночи і від повної до послїдної квадри перед сходом сонця, як-би цїкаво нам було її бачити відокремленою, бачити, як вона обертає ся навкруги себе в 24 годинах. О певній годинї ми,

приміром могли-б побачити на нїй серед величезного зеленастого океану, що тягне ся по той і по сей бік, дві притулені один до одньої римські цифри V; се ми бачили-б Америку; далї ми помітили-б повільне пересуванє сего ґеографічного рисунку на схід; з'явив-би ся Тихий Океан, Австралїя і Азия з Індийським Океаном. Повертаючись далї, земля показала-б нам Европу і Африку, і може бути саме наше око могло-б розібрати на суходолї Европи найдорожчі нам сторони. Таким робом наша земля є для місяця вічним небесним годинником; звідси вона тілько блискуча небесна куля.

Перед закінченєм розмови про місяць, скажемо ще дещо про міни. В той час, коли наш сателїт проходить просто перед сонцем, значить коли у нас новик, він може цїлком, або в части заслонити сонце. Земля, місяць і сонце тодї на одній простій лїнїї. А що місяць описує навкруги землї не зовсїм точний круг, а елїпсу, він то більше то менше наближує ся до неї. В першім случаю він буде більший і цїлком заслонить від нас сонце; в останнїм случаю він буде менчий і зробить тілько обручкову міну, так що сонце з усїх боків виглядатиме зза єго країв. З того й буває соняшна міна. Місячна міна буває тодї, коли місяць в повнї попадає в межі тїни, яку земля кидає поза себе в противний бік від сонця. Сї з'явища, відбувають ся через правильний протяг часу, через 18 років і 11 день.

Місячна куля більш-менш 4 разів менча в прогонї від земної кулї; коли прогін нашої планети означити 1000, то прогін місяця буде тодї тілько 273; виходить прогін місяця має

3484 кільом., а єго поверхня 38 мілїонів квадратових кільометрів (поверхня нашої кулї 510 мілїонів кільом.)

Обєм місяця 49 раз менший від обєму землї, а лекший він 81 раз проти землї. Виходить, що єго густота менча від густоти землї; вона рівнає ся 0,615. Сила притяганя на нїм, дуже невелика: коли силу притяганя на земли означимо 1. тодї сила притяганя на місяцю буде тілько 0,174 таким робом вага 1000 кільоґрамів важила-б тілько 174 кільоґр., коли-б її перенести на місяць.

На рисунку 23 подана ріжниця між об'ємом землї і місяця. Коли місяць нам здає ся завбільшки сонця, хоч сонце $108^1/_2$ разів більше від землї в прогонї, а 1,280.000 раз більше обємом, значить 400 разів більше від місяця в прогонї і 62 мілїонів раз більше в обємі, то се тілько через те, що місяць 385 раз близше до нас, як сонце: єго віддалене від нас тілько 384.000 кільом., а віддалене сонця 149 мілїонів кільометрів.

Постараємо ся уявити собі в думках сю просторонь. Гарматній кулї, що летїла-б із сталою скорістю по 500 метрів на секунду, потрібно було-б 8 день 5 годин, щоб досягти до місяця. Гук пробігає в секундї 332 метрів (в воздусї при t $^0$0). Коли-б просторонь, що віддїляє землю від місяця, була цїлком наповнена воздухом, тодї гук від вибуху місячного вулькану, був-би досить голосний, щоб єго мож було чути звідси, досяг-би до нас за 13 день 20 годин після самого вибуху; таким робом, коли-б се стало ся за часи повнї, ми побачили-б єго саме в той момент, як відбуває ся, але почули-б єго за слїдуючого молодика. Же-

лїзничий поїзд, що, не з'упиняючись, повинен би був об'їхати навкруги нашого сьвіта за 27 день, дійшов би до місяця за 38 тижнів.

Від перших сторінок сеї маленької книжки подаємо в цифрах величину обєму, просторони, ваги, густоти небесних куль. Се все може здивувати читачів. Може бути, що де-хто з них запитає себе, як се розум людський міг збагнути такі далекі річи, яким робом їх винайдено і які є певні докази, що воно й справдї є так. Ми гадаємо, що повинні вдоволити сю цїлком зрозумілу цїкавість так само, як ми се зробили, що до рухів землї.

## X.

## Астрономічні методи.

Як мірять віддаленя між небесними кулями. Як обчисляють їх обєм і вагу?

Звичайно думають, що нема нїчого тяжшого, як зрозуміти ті астрономічні способи, що приводять до сих чудових здобутків. Аджеж ми так далеко від усїх небесних куль! Яким робом мешканцї такого маленького муравельника, як наша земля, можуть досягти такої неприступної висоти, довідатись про дійсне віддалене від них сих далеких сьвітів, змірити їх обєм, їх вагу і навіть віднайти їх хемічну і фізичну будову!

А про те сї методи дуже прості, досить звичайної уваги, щоб їх зрозуміти; до того-ж і важність сего питаня заслугує на таку увагу; цїною сего невеличкого розумового труду можемо купити приємність зрозуміти найбільші

закони природи. Перш над усе присьвятьмо кілька хвилин ґеометриї.

До міреня великостей і віддалень уживають кутів, а не якої-будь певної міри, як от приміром метр. Видима великість кождої річи зависить від її правдивого розміру і її віддаленя від обсерватора. Сказати, що місяць „завбільшки тарілки“, — що менї часто доводило ся чути від слухачів моїх популярних курсів, — се не значить ще дати розуміне про те, що під сим розуміє ся. Часто люде, що їм доводило ся бачити падучі зорі або болїди упевняють, що метеор мав голову 1 метр довгу і 1 деціметр широку. Подібні вислови зовсїм не відповідають умовам завданя.

Коли віддалене від нас якого-небудь предмету нам невідоме, (а се мож сказати про всї зорі) є тілько один спосіб пізнати єго видиму величину: се змірити кут, який він займає. Коли далї буде змірене і віддалене, тодї комбінуючи їх з видимою величиною, мож знайти дїйсну величину предмета

Отже мірене кождого віддаленя і кождої великости тїл цїлком звязано з міренем кута. Коли кут нам відомий, тодї великість тїла цїлком відповідає єго віддаленю від нас. Коли-ж нам відоме єго віддалене, дїйсна величина тїла так само відповідає величинї єго кута. З сего легко зрозуміти, що мірене кута є першим кроком в небесній ґеометриї. Тут справджує ся стара приповідка: тілько перший крок важкий. Правда, висліджуване кута не має нічого поетичного і принадного. Але-ж усе таки воно не таке вже неприємне і скучне. Кождий знає, що то є кут, і кождий також знає що кут мірить ся частинами кружіні.

Лінія OX (рисунок 24), що обертає ся навкруги осередка O, може показати міру усякого кута від точки A до M і до B, і навіть далї поза точку B на другім півколї. Цїлу кружінь роздїлено на 360 рівних частин, що звуть ся ступенями; значить пів кола має 180° (ступенїв), чверть єго, або простий кут 90°, а половина простого кута 45° і т. д. Півколо AMB подїлено на 18 частин по 10 ступенїв, а перша частина від A подїлена ще на 10 частин, по одному ступеневи. Виходить дуже просто, що ступінь се 360-а частина кружінї (рисунок 25). Маємо отже міру, независиму від віддаленя. На столї, котрого кружінь матиме 360 сантіметрів, ступінь матиме 1 сант., який буде видно з осередка стола; коли-б кружінь стола мала 36 метрів, її ступінь був би 1 деціметр і т. д. Довжина ступіня є все 57-ма частина радіуса кола, се-б то віддаленя від осередка до кружінї. Се дуже важна ґеометрична правда, що її треба добре памятати. Кут не зміняє ся зависимо від віддаленя і ступінь, де-б не був змірений, чи на небі, чи у книжцї, все буде одним ступенем.

Через те, що часто треба мірити кути, менчі від одного ступеня, умозились роздїлити ступінь ще на 60 частин, яким дали назвище хвилин. Кожда з тих частин в свою чергу подїлена на 60 частин, що звуть ся секундами. Сї назвища троха невдатні, бо вони нагадують хвилини і секунди в міреню часу, але нїчого спільного з ними не мають.

Тепер отже знаємо, що то є кут. Місячний диск має 31'8" (се б то 31 хвилин 8 секунд) в прогонї, се-б то троха більше як пів ступеня. Треба було-б, значить, покласти 344

повних місяців, один біля одного, щоб перетяти небо поясом від одної точки овиду до другої її протилежної.

Коли тепер захочемо вияснити собі, в якій пропорциї дійсна величина предметів до тої, якою вони нам здають ся, досить буде завважити, що кождий предмет нам здає ся все меншим, чим дальше від нас, і коли єго відсунути від нас на віддалене 57 разів більше, як єго прогін, він все буде рівнатись кутови в 1 ступінь, все одно, яка-б не була єго правдива величина. Приміром коло, що має 1 метр в прогоні, все мірятиме ся одним ступенем, коли воно віддалене від нас на 27 метрів. А що прогін місяця троха більший від півступени, значить він від нас троха близче, як 57 єго прогонів, взятих двічи, а іменно на 110 єго прогонів. Але сей висновок ще мало що сказав би нам про дійсне віддалене і дійсну великість нашого нічного сьвітила, коли-б ми не мали змоги просто змірити сего віддаленя.

Цікаво завважити, що се віддалене було обчислене ще 2000 років до нашого часу; але тілько в 1752 р. її точно означили два астрономи, що слідили в двох, зовсім ріжних, далеких одно від одного місцях, один в Берлині, другий на розї Доброї Надії. Сї оба астрономи були французами, Лялянд і Лякаіль. Зупинимо ся на хвилину на 26-ім рисунку. Тут місяць намальовано в горі, землю в низу. Кут, що творить місяць, буде все менчий, чим далї від нас буде місяць, і коли знатимемо сей кут, зможемо сказати, який видимий прогін землї, коли на неї дивити ся з місяця.

Пів прогона землї, коли дивитись на неї з місяця, менш ступіня. Сей факт доказує, що

віддалене місяця від нас має $60^1/_2$ півпрогонів, або радіюсів землї. Круглим числом се широта землї, яку треба помножити через 30. А що радіюс землї має 6371 кільометрів, то віддалене від нас місяця рівнає ся 384000 кільометрів, або 96000 льє у 4 кільометри. Се факт о стілько певний, як певне наше істноване.

Ся просторонь, змірена ґеометрично богато точнїйше, як звичайно мірять довжину на земли, як от приміром довжину дороги, або желїзницї. Хоч се твердженє здає ся більшости людей фантастичним, незаперечно, що просторонь, яка дїлить землю від місяця, більше для нас відома, як довжина шляху від Парижа до Марилїї. (До сего можемо також додати, що астрономи без порівнаня совіснїще і докладнїще відносять ся до всякого міреня, як найсовіснїйші комерсанти).

Знаючи віддалене від нас місяця, можемо обчислити єго дїйсну величину змірившн єго видиму великість. Пів прогона землї, коли дивитись на неї з місяця, має 57 хвилин, а пів прогона місяця, коли дивитись на него з землї, має 15'34'' ; з сего можемо дізнати ся, в якій пропорциї до себе прогони обох сих куль. Після найточнїйших обчислень знайдено, що прогін нашого сателїта відносить ся до прогону землї, як 273 : 1000 ; виходить, він троха більш чвертини прогона нашої планети, а що прогін землї має 12732 кільометрів то прогін місяця має 3484 км.

Ми що лише казали про те, яким способом дізнали ся про віддалене від нас місяця. Але коли-б захотїли дізнати ся тим самим способом про віддалене від нас сонця, не осягнули-б сего. Се віддалене за велике. Весь

прогін землї не може йти до порівнаня з ним і не може бути підставою потрібного тут трикутника. Уявимо собі, що з двох цїлком протилежних кінцїв земної кулї проводимо дві лїнїї просто до соняшного осередка: сї лїнїї не зроблять трикутника, вони торкатимуть ся одна одної на всїй їх довжинї, бо відносно до їх страшенної довжини, прогін землї буде тілько одною точкою, що з неї вони обі вийшли. Виходить, що не мож збудувати трикутника — сеї першої умови міреня. Від нас до сонця майже 12 тисяч земних прогонів! Збудувати при таких умовах трикутник все одно, що збудувати єго, взявши за підставу лїнїю тілько 1 мілїметр довгу і з кождого її кінця протягти по 2 прості лїнїї до точки віддаленої о 12 метрів. Як бачите, сї дві лїнїї були б майже рівнобіжні, а зроблені ними два кути, на підставі трикутника, були-б майже простими кутами.

Треба було, виходить, якось обминути сї трудности, і от щоб розвязати се питанє, винайдено аж шість иньших методів: Перший виходить зі спостереженя над переходом Венери перед сонцем. Знаємо вже, що Венера близче до сонця, як земля і обходить єго по орбітї, що містить ся в серединї нашої. І от коли Венера переходить якраз між сонцем і землею, два обсерватори, що стоятимуть на двох кінцях земної кулї, побачать її на сонци в двох ріжних точках: просторонь, що буде між сими двома точками, дасть можливість збудувати кут, а через се пізнати віддаленє від нас сонця.

Уявім собі, що 2 обсерватори стоять на двох кінцях земного прогону; кождий з них бачить ріжні дороги Венери перед сонцем. Се

зависить від перспективи. Коли витягнемо вперед руку і підіймемо в гору вказуючий палець, то він заслонить від нас то одну, то другу річ відповідно тому, яке око затулимо, чи праве, чи ліве, і яким будемо дивити ся. Для правого ока палець буде проєктувати ся ліворуч, для лівого праворуч. Ріжниця між двома проєкциями зависить від просторони, що на ній ми держимо наш палець. В тім простім порівнаню просторонь, що ділить сітчаті болонки наших очей, визначає собою прогін землї; наші сітчаті болонки се два обсерватори, наш вказуючий палець — се сама Венера, а дві проєкциї від пальця — се дві ріжні точки, що в них бачать Венеру на поверхни сонця. Для точности порівнаня буде краще, коли ми замість пальця поставимо шпильку з великою головкою, в певнім віддаленю від очей таким робом, щоб її головка проєктувала ся на паперовім кружку, що ставить ся від неї на кілька метрів; далї сю шпильку пересувають перед кружком і дивлять ся на неї по черзї то одним, то другим оком. Сей метод пересуваня Венери перед сонцем не є єдиний, що уживає ся до обчисленя віддаленя від нас променистого сьвітила. Богато иньших способів, зовсїм неподібних до сего першого і независимих один від одного дають такі самі наслїдки.

Два перші опирають ся на скорости сьвітла. Відомо, що сьвітлови потрібний певний час, щоб зайти з одного місця до другого; щоб дійти приміром з Юпітера на землю, воно потребує 30—40 хвилин, відповідно просторони між сими планетами. Обсервуючи міни сателїтів Юпітера віднайдено, що між моментами мін є ріжниця о 16 хвилин і 26 секунд, і ся

ріжниця зависить від того, чи в момент міни Юпітер знаходить ся по тім самім боцї сонця, що й земля, чи по другім. Виходить, що сьвітло користує ся сими 16 хвилинами 26 сек., щоб перейти прогін земної орбіти, або половину сего часу, се-б то 8 хв. 13 сек., щоб перебігти пів прогона, або просторонь між землею і сонцем. З фізики знаємо, що швидкість сьвітла буде 300000 кільом. на секунду, отже можемо легко обчислити, що просторонь від нас до сонця має коло 149 мілїонів км. До того можна дійти і иньшим методом, опираючим ся також на скорости сьвітла. Простий примір поможе нам сей час зрозуміти єго. Уявимо собі, що стоїмо під дощем, що падає на нас вертикально; коли стоїмо нерухомо, держимо парасоль сторч; коли почнемо іти, нахилимо його перед себе, коли-ж почнемо бігти, нахилимо єго ще більше. Чим швидче будемо бігти і чим швидче падатимуть краплї дощу, то тим більш ми повинні нахиляти парасоль. Те-ж саме бачимо і на желїзници коли йде дощ, він крислить на стїнах ваґона косі лїнїї і нахил сих лїній зависить від скорости рухів поїзду і від скорости паданя крапель. Так само буває і з сьвітлом. Проміня сьвітла падають від зір крізь просторонь; земля рухає ся дуже швидко, через се ми примушені нахиляти наш телєскоп в напрямі рухів землї; се з'явище аберациї сьвітла показує, що скорість рухів нашої планети на її орбіті 10 тисяч разів менча, ніж скорість сьвітла. Звідси мож вирахувати, що скорість рухів землї буде 30 км. на секунду; після сего мож дізнати ся і про довжину орбіти, що її земля перебігає в 365 днях, і на-

решті прогін сеї орбіти, що єго половина є віддаленєм від нас сонця.

Четвертий метод опирає ся на рухах місяця. Правильність місячного обігу нашого сателїта цїлком зависить від соняшного притяганя; а що притяганє зміняє ся противно пропорціонально квадратови віддаленя, то зрозуміла річ, що аналїзуючи докладно вплив сонця на місяць, можно довідати ся і про віддаленє сонця.

Пятий метод можна вивести з ваги планет, що їх рухи сильно звязані з вагою сонця і віддаленєм від него. Коли знаємо вагу планет, то ставлючи поруч з сим ріжницю в пертурбаціях, що творять своїм впливом планети, маємо можливість пізнати віддаленє від нас сонця.

Шестий метод має на увазї спостереженя над Марсом і маленькими планетами, що містять ся поза земною орбітою; сї планети проходять перед зорями, що далеко за ними в безмежности; коли обсервувати їх положеня в двох далеких одна від одної точках землї, то їх проєкциї буде видно в двох ріжних пунктах (так само як проєкциї Венери на сонци); кутове ухиленє сих 2-х точок дасть нам можливість пізнати віддаленє землї від Марса і від иньших планет. Здобутки усїх тих помірів дуже точно припадають до себе. Таким робом і дізнали ся, що віддаленє сонця від нас має в собі 1170 ) земних прогонів, або круглим числом 149 мілїонів кільометрів.

Знаючи віддаленє сонця, можемо дуже легко обчислити єго дїйсну великість при помочи його видимої великости саме так, як ми се зробили для місяця. Прогін землї, коли на

неї дивити ся з сонця, має 17",6. З другого боку видимий прогін сонця має 32'4", або 1924". Роздїливши останне число на перше, побачимо, що прогін сонця $108^1/_2$ разів більший від прогону землї. А що прогін землї має 12732 км., то прогін сонця матиме 1382000 км.

Та сама ґеометрична засада уживає ся тодї, як мірять віддаленя зір. Але тут розмір земної кулї не може бути підставою трикутника, як при міреню віддаленя місяця; сих трудностей також не мож поминути при помочи якої иньшої планети, як ми се робили, коли мірили віддаленє сонця. Але на наше щастє будова сьвітової системи подає нам иньший спосіб виміряти віддаленя сих далеких сьвітів; сей спосіб ще раз доводить обертанє землї навкруги сонця і приводить нас до розвязаня найголовнїйших астрономічних завдань.

Обертаючись навкруги сонця в віддаленю 37-ми мілїонів льє, земля описує в роцї кружінь, властиво елїпсу, на 241 мілїон льє. Виходить, що прогін сеї орбіти, має 74 мілїони льє. Коли оборот землї відбуває ся в роцї, то те місце, де земля буде в певну хвилину, буде якраз противолежне тому, де вона була півроку перед тим, або тому, де вона буде за півроку. Інакше кажучи, віддаленє від якої-небудь точки земної орбіти до їй противолежної, що через неї земля пройде, за шість місяців, буде в 74 мілїони льє. Ся досить значна великість може служити підпорою трикутника, що за його верх можемо узяти певну зорю.

Процес міреня віддаленя між нами і певною зорею засновує ся на уважній обсервациї сеї блискучої точки через шість місяцїв, або й цїлий рік; перш над усе треба дізнатись, чи

ся зоря нерухома, чи вона потроху пересуває ся в тім-же напрямі як і земля навкруги сонця. Коли вона здає ся нерухомою, се значить, що вона від нас так безкрайно далеко, що тут 74 мілїони льє нїчого не значать. Коли-ж зоря рухома, то мож помітити, що вона в часї цїлого року описує маленьку елїпсу, подібно до рокового обороту землї.

Віддалене деяких зір відоме нам тілько від 1840 року. З сего бачимо, яке ще нове се відкрите; і справдї, ледви що тепер починають потрохи дізнавати ся, яка правдива просторонь лежить між деякими зорями.

Дивлячись на 27-ий рисунок, зрозуміємо, яка зависимість між віддаленєм і кутом, що на єго підставі лежить прогін земної орбіти; сей кут о стілько буде меньший, о скілько далї від нас буде зоря, і видимий рух зорі, що в перспективі відбиває дїйсний рух землї, поменшує ся в тій саме пропорциї. Отже найнижча зоря на рисунку показує роковий рух, що відбуває ся на ширинї кута в $20^0$, друга — в $15^0$ і трета в $11^0$. Після сього, памятаючи ті ґеометричні засади, що про них ми казали, ми зараз могли-б обчислити віддалене від нас зір. На 27. рисунку розміри дуже непропорціональні, бо справдї кут $1^0$ відповідає 57 раз взятій величинї підстави. Кутовий рух найблизчої до нас зорі не має і 2-х секунд; по мірі, яку ми взяли для нашого рисунка, ся зоря повинна бути, в віддаленю сто тисяч раз більша, як підстава нашого трикутника; що підстава має 2 сантіметри, зоря повинна бути від неї на 2 кільометри далеко! Але в книжцї було-б дуже тяжко помістити подібний рисунок.

Найблизча до нас зоря — се альфа з співзіря Центавра. Она від нас 275.000 разів дальше, як сонце, се-б то десять трилїонів, або десять тисяч мілїярдів льє. Сьвітло, не вважаючи на його страшенну швидкість — 300000 км. в секунді, потребувило би 4 роки і 128 день, щоб з неї добігти до нас. Гук перелинув би сю безодню за три мілїони років. Поїзд експрес при сталій скорости 60 км. що години приїхав би на сонце Альфа Центавра за 75 мілїонів лїт. Коли-б мож було простягти від нас до сонця міст, треба би поскладати 16600 арок завширшки нашої землї. А щоб перекинути міст до найблизчої зорі, треба би 275000 таких мостів, як до сонця. І се найблизча до нас зоря! А всї иньші богато далї в безмежности.

Тепер подивимо ся, яким робом довідали ся про вагу небесних куль. Як приміром зважили місяць?

Вага місяця пізнає ся з аналїзу того притяганя, що він його виявляє відносно до землї. Першим найочевиднїйшим виявленєм сего притяганя є морський відплив і приплив. Вода в морях двічи на день здіймає ся, підпадаючи мовчазному покликови нашого сателїта. Пильно слїдячи за тим, до якої висоти здіймає ся вода, знаходять ту силу, яка потрібна, щоб її підняти, а звідси і вагу того тїла, що дає таку силу. Се перший метод.

Другий метод опирає ся на впливі, який місяць має на рухи землї: коли він попереду землї, притягає нашу кулю і примушує її іти швидше; коли він позаду землї, задержує її. Се з'явище в першій і в останнїй квадрі відбиває ся на положеню сонця: Сьвітило здає ся пересуненим в небі на 290-ту частину свого

прогону; користуючись сим пересуванем, вираховують вагу місяця.

Третий метод полягає на обчисленях притяганя місяця на рівник, з якого складають ся астрономічні з'явища кутациї і упередженя рівнодення.

Всї сї методи, перевіряючись один одним згоджують ся з собою, приходячи все до одного результату, що вага місяця 81 раз менча від ваги землї, се-б то приблизно 74 сентільони кільоґрамів. Материя, що з неї складає ся місяць, не така густа, як материя землї. Її густість має в приближеню тілько $^6/_{10}$ густоти нашої материї. Як прирівнати до густоти води, місяць важить 3,27, се-б то $3^1/_4$ разів більше, як водяна куля такої-ж величини.

Нас можуть спитати, як зважити сонце? А от як:

Ми все бачили, що планети обертають ся все з меншою скорістю, що далї від сонця, і се зменшенє скорости може бути висловлене таким законом: „квадрати часу обігу так відносять ся до себе, як куби віддалень". Інакше кажучи, тїло, що 2 рази дальше другого, виконуватиме свій обіг в часї, що його можна означити квадратним корінем з куба 2, се-б то з 8-ма. Коли-ж тїло буде чотири разів дальше, то час його обігу буде означати ся квадратним корінем з куба 4-х, се-б то з 64-их, і т. д. Коли хочете довідатись, за який час обернув би ся навкруги нас місяць, коли-б він був двічи далї як тепер є, то ви повинні зробити так $2 \times 2 \times 2 = 8$ квадратний корінь з 8-ми буде 2,84; виходить час його обігу був би 2,84 разів більший як тепер, се-б то 77 день.

Щоб зрозуміти ту ріжницю, що істнує між притяганєм землї і притяганєм сонця, треба тілько обчислити, за який би час обернуло ся навкруги нас тїло віддалене о 149 км. від нас. Ся просторонь 385 раз більша від віддаленя місяця від нас. Зробім вже відомий нам рахунок: $385 \times 385 \times 385 = 57066625$; квадратний корінь сего числа буде 7553; виходить, коли-б місяць був від нас віддалений о 149 мілїонів км., обертав би ся навкруги нас 7553 разів повільнїйше як тепер, се-б то в 2 6330 днях, або 566 роках.

Коли-б ми судили про маси кермуючих тїл по часї обороту навкруги них других тїл, то з того, що земля не могла-б надати сили свому сателїтови обертати ся навкруги неї швидче нїж в 566 роках, а сонце може присилувати землю обертати ся в однім роцї на тім самім віддаленю 149-ти мілїонів км., мож би було думати, що сонце 566 разів сильнїйше від землї. Але як вже знаємо, треба порівнувати не просто періоди обертаня, а квадрати сих чисел. Помноживши 566 через себе, матимемо кругло 320000 і се число буде в приближеню показувати відносини між вагою сонця і землї. Коли-б ми в своїх обчисленях були точнїйші і мали на увазї десятні дроби, ми мали би число 324000 замість 320000.

Отже тепер математично точно знаємо, що сонце 324000 разів важче від землї. А що земля важить 5875 сектільонів км., сонце буде важити 1900 октільонів, або кругло 2 нонільони кільоґрамів. Як бачите, се все дуже просто.

Планети важать ся так само: через порівнанє скорости обігу навкруги них їх сате-

лїтів. При важеню тих планет, що не мають сателїтів користують ся силою притяганя, що вони її виявляють до иньших планет і комет. Так само мож зважити і зорі, коли мож обсервувати навкруги них обороти другої зорі, що кермує ся їх притяганєм.

Отже можливість змірити і зважити небесні тїла — се не міт, а правдива дїйсність.

## XI.

## Опис планет нашої системи.

Роздивимось тепер подрібно в кождім з тих сьвітів, що з них складає ся наша велика соняшна система. Найвигіднїйше буде почати нашу астрономічну мандрівку з тої планети, що близча за всї до осередкового огнища, се-б то з Меркура.

### Меркур.

Як ми вже бачили, се перша найблизча до сонця планета; від него до сонця всего 15 мілїонів льє. Орбіта Меркура містить ся в серединї земної орбіти, через що він иноді буває то між нами і сонцем, то на протилежнім боцї сонця відносно до нас, то під простим кутом і т. д. Звідси повстають фази Меркура, анальоґічні з фазами місяця; їх можна бачити телєскопом. Коли Меркур стає між сонцем і землею, не бачимо єго на небі, бо тодї він обернений до нас своєю темною півкулею. (Подібно до місяця і усїх иньших планет, він сьвітить ся тілько тим сьвітлом, що одержує

від сонця і відбиває у просторонь). Коли він відносно до землї творить з сонцем малий кут, бачимо частину єго осьвітленої півкулї, а в телєскопі обмальовує ся тоненький серп. Коли він стоїть під простим кутом, тодї він стає подібним до місяця в єго першій і послїдній квадрі, і т. д. єго нїколи не бачать в телєскопі цїлком круглим, бо в той час, коли міг би показати нам свою осьвітлену півкулю, він стоїть за сонцем і воно його закриває. Иноді Меркур проходить якраз перед сонцем, чого примір ми бачили 10-го мая 1891 року. Обсерваторам він звичайно уявляє ся таким, як нарисовано на 28. рисунку. Через близкість Меркура до сонця можемо з землї бачити єго тілько вечером і вранцї, нїколи не бачимо єго серед ночи, все тілько смерком. Але астрономічними інструментами можемо бачити і в день. Се найменча планета цїлої соняшної системи (з винятком тих дрібних планет, що кружать між Марсом і Юпітером. Вона обємом 18 разів менча від землї; поверхня її 7 раз менча, а прогін троха більший як третина прогону нашої планети; він відносить ся до прогону землї, як 373 : 1000, і рівнає ся 4753 км.; звідси легко вирахувати, що єго кружінь має 14924 км.

Всї ті визубрини, що ми помічаємо здовж края Меркура, осьвітленого сонцем, показують, що ґрунт Меркура нерівний, а зубчасті тїни, що тут кладуть ся, нагадують високі гори, осьвітлені сонцем, і доли, вкриті померком; останні переважають осьвітлені місця планети. Виходить, що на Меркурі є гори. Крім того знаємо, що ся маленька небесна куля окружена немалим шаром атмосфери. Меркур має від сонця сьвітла і тепла більше, як всї; він

оббігає сонце в короткім часї, за 88 день; єго рік виходить меньший як три наші місяцї. В часї сего року єго віддалене від сонця значно зміняє ся, і сонце сяє на єго небі десять раз більшим і пекучійшим діском, ніж на нашім, то тілько 4 рази, але й сього чимало.

Хоч вислїджувати сю планету не легко, бо вона за мало підбиває ся, а проте, о скілько мож судити про неї по її виглядї, її атмосфера богато густїйша від нашої. Ся небесна куля важить сливе 15 разів менше від землї. Значить густота материї, з якої вона складає ся, пересїчно більша як $^1/_6$ густоти материї землї. Сила притяганя на поверхни Меркура 2 разів менша як на земли. Кільоґрам важив би на Меркурі тілько 439 ґрамів. Через таку малу силу притяганя такі великі і важкі істоти, як слонї, гіпопотами, мастодонти, чи мамути могли-б бути на деяких сьвітах легкими, як ґазелї! Ми легко можемо собі уявити, яку метаморфозу ся ріжниця в силї притяганя повинна була-б принести не тілько материяльним, але й духовим справам людськости другої планети.

Умови житя на Меркурі дуже ріжнять ся від умов житя на земли. Температура повинна бути богато вища, не вважаючи на хмари в атмосфері. А що сама планета мала, то і частини сего сьвіта, що на них він дїлить ся, дуже великі. Материя, що з неї складають ся і живі сотворіня і всякі річи, троха густїйша від нашої; сила-ж притяганя двічи менша, як на земли, і в тім однім вже лежить велика ріжниця між Меркуром і землею. Але найбільша ріжниця лежить в тім, що ся пла-

нета, оббігаючи навкруги сонця, повернена до него все одним своїм боком, як місяць до землї; так що одна її півкуля постійно осьвітлена, а друга все темна. Се відкрите зробив не давно М. Чиапарелї, в 1889 роцї. На одній півкулї вічний день, на другій вічна ніч! Легеньке хитанє, що буває через елїптичність орбіти, приводить иноді сонце на край темної півкулї. Виходить, се сьвіт без днів, без ночей, без годин, без місяців, без років, без календаря! Чи там мірять час? Чи старіють ся? Чи умирають? Хто його знає! ріжнородність творива не має краю.

## Венера.

Друга що до віддаленя від сонця іде за Меркуром Венера. Вона містить ся між Меркуром а землею, бо Меркур перша, а земля третя планета великої соняшної системи. В той час, як Меркур обертає ся навкруги сонця в віддаленю 15 мілїонів льє, а земля 37 м. льє, Венера виконує свій оборот в віддаленю 27 м. льє. Для нас се найблискучійша зоря на небі. Її орбіта містить ся в серединї орбіти землї і богато менша від нашої; через се Венера, як і Меркур близча до сонця і з великою силою відбиває нам єго сьвітло; але вона може віддаляти ся від сонця значно далї, як Меркур. Коли Венера буває в тій половинї своєї орбіти, що лежить між сонцем і землею, вона являє ся на сходї ранком до схід сонця і більш, або менш попереджує єго, відповідно величинї кута, то на одну годину, то на 2, то навіть на 3. Через се з найдавнїйших часів її звуть сьвітовою зорею, зорею пастухів, зо-

рею Люципера. Коли-ж Венера у тій половині своєї орбіти, що лежить поза сонцем, вона з'являє ся на сході смерком перш над усї иньші зорі на небі, за годину, дві, або навіть і 3 по заході сонця, відповідно кутовому віддаленю від него. От через се її звуть також вечірною зорею, Венером. Коли дивитись на Венеру телєскопом, видно, що ся планета має фази, як і Меркур. Найкращі малюнки з неї були зроблені за часи сих фаз, бо в сей час Венері мож найкраще придивитись. А про те все-ж таки сї малюнки досить невиразні, бо досліди за тяжкі. Їх треба робити в день, бо в ночи, сьвітло Венери дуже слїпуче. Рисунки під ч. 29 зробив Перотен в нїцейській обсерваториї 17-го цьвітня 1890. між 4. год. 45 хв. а 7 год., і 27-го вересня від 1 год. до 5.

Венера обходить сонце в 224 днях, 16 годинах в такім самім напрямі, як і земля. Як показують найновійші спостереженя, Венера подібно до Меркура, здає ся оберненою до сонця все тим самим боком; коли се справдї так, то на нїй не повинно бути нї років, нї днїв, нї ночей, нї календаря, і на півкули, оберненій до сонця, все повинен панувати день, а на противній постійно ніч! Але що до Венери не знаємо сего так певно, як про Марса.

Обємом Венера більше як всі планети підходить до землї. Прогін її майже такий, як прогін нашої планети. Взагалї мож сказати, що ніяка иньша планета з соняшної системи не подібна так до нашої землї, як Венера. Юпітер 1279 раз більший від землї Сатурн 719 раз, Уран 69, Нептун 55 раз; се все кольоси проти землї. Обєм Марса, навпаки рівнає ся $^{15}/_{100}$ обєма землї, а обєм Меркура

тілько $^5/_{100}$. Обєм місяця тілько $^1/_{49}$ частина обєму землї, себто троха більш третини обєму Меркура. Нарештї найбільші з тих маленьких планет, що кружать між Марсом і Юпітером, завбільшки тілько декілька сот кільометрів, а найменші з них декілька кільометрів. Маючи на увазї таку ріжнородність, Венеру мож звати двійником землї.

Перші спостереженя показали нам, що на поверхни Венери є богато досить великих для її обєму нерівностей, що витворюють великі пасма гір, богато вищих від наших Андів і Кордилєрів. Але для таких спостережень треба було богато пильної уваги; тяжко було іменно визначити висоту сих гір. Мірене їх показало, що хоч Венера і менша троха від землї, а про те вона має богато вищі гори, як земля.

Астрономам пощастило ся нарештї відгорнути край тої туманної заслони, що творить атмосферу Венери. В сїй атмосфері, як і на земли, повстають хмари і величезні маси туманів. Через особливий блиск сеї планети і через трудности спостережень над нею, в звичайнім станї атмосфера її мало прозора, або вкрита хмарами, так що взагалї можемо бачити тілько її дохрестну поверхню, утворену сими хмарами, а не її правдивий ґрунт, як приміром на місяци, або на Марсї. До послїдних років мож було сумнївати ся о істнованю атмосфери на Венері; але тепер маємо незаперечні докази, що сей сьвіт має цїлковиту подібність до нашої землї; і не тілько тепер знають, що ся атмосфера істнує, але знають її грубість її густоту, а навіть її фізичну і химічну будову. Вона майже двічи густїйша, бо-

гато вища від нашої і має в собі багато водяної пари.

Подібність Венери до Землї обємом, будовою своєї атмосфери і своєю близкістю до сонця, не шкодить їй ріжнити ся від землї в одній дуже важній точцї, а саме в тій, що на Венері нема мабуть років, змін року, днїв і ночей. Які істоти там живуть? Сего не можемо відгадати. Хиба-ж нескінчено продукцийна природа!

## Марс.

Після Меркура і Венери обходить навкруги сонця в віддаленю 37 мілїонів льє земля в супроводї Місяця. Але землю ми вже описали. Четвертою планетою соняшної системи є Марс (рисунок 30); він безпосередно йде за землею в порядку віддаленя небесних куль від загального їх огнища сонця. Меркур, Венера і Земля один по одному перейшли перед нашими очима. Тепер цїлком залишимо Землю і ті країни, що в них вона обертає ся. Орбіта Марса — перша орбіта, що містить ся поза землею. Далї розгортає ся в просторони в певнім віддаленю одна по одній орбіти Юпітера, Сатурна, Урана і Нептуна

Голому оку планета Марс через своє ясне сьвітло здає ся зорею першої величини на небі. Її можна пізнати по її червонім блеску, постереженім ще з давних давен. Вона обходить сонце здовж орбіти, що пересічно на 56 мілїонів льє віддалена від осередка. Коли орбіта землї віддалена о 37 мілїонів льє від того самого осередка, то орбіта Марса віддалена від земної о 19 м. льє. Ся орбіта остілько еліптична, що

з одного боку підходить до земної богато близче, як з другого. Наша планета кружить також по еліптичній орбіті, і через комбінацию таких рухів Марс проходить що 15 років тілько на 14 мілїон. лье від землї, так було в 1877 роцї.

Прогін Марса має 6728 кільометрів, і кружінь 21,125 км. Виходить що Марс менчий від Землї, єго поверхня рівняє ся $^{29}/_{100}$ поверхнї земної кулї, а обєм тілько $^{15}/_{100}$ обєма Землї, себто він $^{1}/_{2}$ раз менший від Землї, $7^{1}|_{2}$ раз більший від місяця і тричі більший від Меркура. Він важить у девятеро менше від нашої планети: коли уявити собі, що вага Землї рівняє ся 1000, тодї вага Мерса буде тілько 105. Єго густота проти пересїчної густоти Землї є тілько 0,711, себто сїм десятих нашої.

Куля ся обертає ся круг себе в 24 годинах, 37 хв. і 23 сек. Довжина дня і ночи на Марсї, значить, сливе така сама, як і на землї, вона переважає нашу тілько троха більше, як на пів години. Варто уваги, що ся довжина так подібна на сих двох сусїдних планетах. З сего виходить, що між Марсом і Землею в їх обороті навкруги своєї оси мало ріжницї і всї з'явища, що звідси випливають, як напр. зміна днїв і ночей, схід і захід сонця і зір, біг часу, прудкий або повільний відповідно душевному настрою, праця, радощі й горе, одним словом, щоденна течия житя і єго звичайний рух мають там сливе такі самі умови, як і у нас на Земли. Наше докладне знанє про обороти Марса (се знанє остілько-ж докладне, як і знанє про обороти самої Землї) дозваляє нам зі знаменитою докладністю визначити нахил єго коловоротної оси відповідно плоскости єго орбіти. Сей нахил цїлком анальоґічний з нашим. З сего виходить,

що там є зміни року такі самі, як і у нас; до того-ж знаємо, de visu, що сї зміни не дуже ріжнять ся від наших що до ріжниці в інтензивности між зимою і лїтом. Так що астроном не потребує їхати з Землї на Марс, щоб познакомити ся з єго підсонєм.

Сей сьвіт, як і наш, має три зовсїм ріжні пояси (Zones): горячий, умірковании і холодний. Таким робом довжина днїв і ночей, ріжниці в них відповідно ґеоґрафічній широті і змінам року, довгі днї і далї довгі ночи в бігунових краях, одним словом все, що відносить ся до розкладу тепла, всї сї з'явища на Марсї сливе тіж самі, як і на земли. А про те між двома планетами є значна ріжниця, се ріжниця в довжинї змін року. Ся довжина на Марсї багато більша, бо-ж рік має там 687 наших днїв, а звідси і кожда з чотирох змін року сливе двічи така, як у нас на земли. До того-ж ще орбіта Марса дуже подовгаста і там більш як у нас помітна нерівність в довжинї змін року. День на Марсї довший від нашого о 37 хвилин і таких днїв у Марсовім роцї є 668.

Далї ми познакомимо ся із змінами підсоня, що творять ся зі змін року; се перенесе наші думки у саму глубінь природи, що має так багато спільного з нашою. Вже більше як від двох віків замічуємо на Марсї головні метеорольоґічні з'явища, бачимо звідси, як там повстають бігунові криги, як падають і тануть снїги, як збирають ся хмари, паде дощ, зриває ся вітер, чи на годинї стає, одним словом бачимо з'явища змін року. Наступство сих з'явищ тепер остілько відоме астрономам, що вони можуть наперед пророкувати, який матимуть вигляд і яку величину бігунові снїги, або яка

повинна бути Марсова атмосфера, чи хмарна, чи ясна. Марс окружений такою самою атмосферою, як і земля.

Порівнанє усїх телєскопічних образів Марса показує, що в них є незмінні плями, а їх аналїз дає можливість хоча приблизно подати загальний образ ґеоґрафії сего сьвіта. Дякуючи численним спостереженям, що досить згоджують ся між собою, маємо мапи Марса, сї мапи вияснюють дїйсну ступінь нашого знаня про сю планету. Ґеоґрафія Марса не схожа з ґеоґрафією землї. В той час, як три чверти нашої кулї вода, на Марсї навпаки майже однаково землї і води, і навіть землї троха більше. Суходіл тут не має вигляду островів, окружених з усїх боків водою, навпаки моря навкруги обводять ся суходолом; виходить, що тут моря тілько внутрішні, правдиві середземні моря. Тут нема нї Атлянтійського, нї Тихого океану, і мандрівку навкруги сьвіта мож зробити самим суходолом. Моря мають багато ріжних зарогів, що від них ідуть довгі вузкі заливи і далеко врізують ся у тверду землю подібно як наше червоне море.

Темні плями умовились брати за моря, а ясне тло за суходіл. Що на сїй небесній кули є вода — се певно, бо тут бачать і бігунові криги, і снїги, і хмари, що плавають в атмосфері, а найголовнїйш присутність води доказує спектроскоп. Що іменно темні плями є моря, видно з того, що море, коли на него дивитись оддалїк, темнїйше від землї, бо вода забирає дуже богато сьвітла і дуже мало єго відбиває. Моря Марса зеленастої краски, а суходіл здає ся жовто-горячим. Се певно рослини там такої краски.

Ся сусїдна з нами і така цїкава для нас планета видає ся звичайно в телєскопі так, як подає 30. рисунок, зроблений в 1890 роцї на підставі спостережень обсерваториї в Жувізї. Сїрі плями — то моря, а плями біля бігунів — то снїгові плями. Три перші рисунки зроблено 30го липня о 6 год. 45 хвилин, о 7 год. 20 хв. і о 8 год. 45 хв.; вони ясно показують, що планета обертає ся з правого боку на лївий. Точка А на першім і третім рисунку, се ріг суходолу, що висунув ся в море; в сей день єго дуже добре було видно. Довгий морський залив іде від точки А до точки В. Рисунок четвертий був зроблений 31го липня о 7 год. 20 хв.; на нїм те саме море, що й на рисунку зробленім 30го липня в той самий час; В на нїм остров, С біла пляма.

В дуже сильних телєскопах суходіл Марса здає ся нам перерізаним простими лїнїями, що сполучають усї моря і перехрещують ся одна з одною. Чійпарелі, що їх відкрив, назвав їх каналами. Чи справдї-ж се канали? Се може колишні річки, тепер виправлені і розширені? Води на Марсї менше як на землї. Суходіл здає ся зовсїм плоским. Одно мож сказати, що перед обсерваторами неба стоїть тут ще богато нерозвязаних цїкавих питань. Вигляд сих каналів подаємо на рисунку 31.

Пересїчна густота материї, з якої скадає ся ся планета, менша як на Земли; вона відносить ся до густоти землї як 71 : 100. З другого боку, маючи на увазї обєм і масу Марса, мож вивести, що на єго поверхни тїла надзвичайно легкі. Коли силу ваги на земли означимо 1000, тодї на Марсї вона буде тілько 376; се найслабша сила притяганя, яку ми знаємо,

коли не числити Місяця, де, як ми бачили, сила ся ще слабша. Виходить, що кільоґрам, коли-б єго перенести з землї на Марса, важив-би там тілько 376 ґрамів. Людина, що важить 70 кґ. важила-б на Марсї тілько 26.

Така природа сеї близької до нас планети. Окружаюча її атмосфера, вода, що її ужизняє і зрошає, соняшні проміня, що її гріють і осьвітлюють, вітри, що дмуть на нїй від одного бігуна до другого, зміни року — вистарчають, щоб утворити порядок житя, анальоґічний з порядком житя нашої планети. Але слабість притяганя на її поверхни повинна змінити сей уклад, приладнуючи єго до своїх власних умов.

Після сього планета Марс не повинна уявлятись нам, як якась камяна брила, що обертає ся в просторі завдяки соняшному притяганю, як якась безсильна неплідна, мертва маса; ми повинні дивитись на неї, як на живий сьвіт, заселений істотами, що мають велику подібність до нас; се сьвіт прикрашений, подібними краєвидами до наших. Се новий сьвіт, до якого не досягне ніякий Колюмб; але на нїм живе цїла людська раса, працює, думає і як і ми задумує ся над великими і таємничими завданями природи.

## Дрібні планети.

Дрібних планет, сих небесних маленьких країн числять декілька сотень; всї вони містять ся між орбітами Марса і Юпітера. А про те пояс, що в його межах вони пересувають ся, дуже широкий, бо має майже 100 мілїонів льє.

В його межах вже начислено більш трох сот маленьких планет, і не минає нї один рік,

щоб астрономи не віднайшли нових, і иноді навіть зовсім не шукаючи їх, але укладаючи мапи сумежних співзір. Зазначаючи на мапі нерухомі зорі, що зних і повинна складати ся мапа, замічують пожадану зорю, що її там в переддень не було, тоді уважно вислїджують її становище і упевняють ся, що вона рухома. Довідують ся таким робом, що се не є зоря, але планета. Особливого вигляду вони не мають; їх мож бачити тілько телєскопом, де вони блищать як зорі од десятої до тринацятої величини. Се без сумнїву відломки з кільця космічної материї, відломки, що утворились між орбітами Марса і Юпітера за часу споруди соняшної системи; можливо навіть, що деякі з них є нащадками колишних зруйнованих сьвітів. Вони остілько малі, що ми нїчого не можемо розглядїти на їх поверхни і майже нїчого не знаємо про їх історию. На плянї соняшної системи рисунок 15 показує простір, що в нїм пересувають ся сї планети між Марсом і Юпітером.

## Юпітер.

Тепер переходимо до велитенської кулї Юпітера; єго віддалене від сонця 192 мілїони льє; значить він упятеро дальше від сонця як земля. Єго орбіта містить ся очевидемо поза нашою і 5 разів більша від орбіти землї. Рух Юпітера на сїй орбітї дуже повільний; свій обіг він виконує в 4332 таких днях, як на земли, або за 11 років, 10 місяцїв, 17 день. Ся небесна куля не сферична, а сфероїдальна, себто приплескана на бігунах. Недосьвідчене око зараз її вгадає, скоро побачить її в телєскопі. Сплощене Юпітера рівняє ся $^1/_{17}$.

Прогін Юпітера 11 раз більший від прогону землї: має 140926 км. Кружінь сеї величезної кулї має 442509 км. Обєм 1279 разів більший від землї. Юпітер ще до того 309 раз важчий від нашої планети. Густота єго материї рівняєть ся чверти густоти земної материї. Сила притяганя на єго поверхни $2^1/_2$ раз більша як на земли: коли-б людину, що важить 70 кґ., перенести на Юпітера, вона важила-б там 174 кґ.

В телєскопі бачимо, що Юпітер покарбований ріжними смугами, більш менш широкими, більш менш глубокими; їх більше коло рівника. Сї смуги—се відмінні прикмети Юпітера. Їх замітили, коли вперше глянули через телєскоп на сей далекий сьвіт і з того часу неприсутність їх помічували тілько дуже рідко.

Крім сих білих і сїрих смуг, що впадають иноді в жовту і жовтогорячу краску, на Юпітері помічувало ся часами плями, що більш блискучі, то більш темні, ніж тло, на котрім вони містять ся; крім сього иноді видні ще й нерівности, довгі, глубокі розколини. Слїдячи уважно положенє сих плям, мож помітити, що вони пересувають ся зі сходу на захід. Досить пяти годин, щоб пляма пересунулась з одного краю кружка до другого.

На 32 рисунку подаємо телєскопічний вигляд Юпітера. На білім поясї понад рівником бачимо довгу сїру пляму; в телєскопі вона здає ся червонястою. Сю пляму бачать від богатьох вже років; вона мабуть нї що иньше, як скуплене пари над якимсь суходолом, що тілько що формує ся. Вона має 46000 км. здовж і 14000 у шир. Виходить вона сливе 4 рази довша як прогін землї.

Сї плями належать до самої атмосфери Юпітера. Вони не обертають ся навкруги планети з своєю власною скорістю, независимо від обороту самої планети, подібно, як її сателїти; але становлять собою частину велитенського снїгового шару, що окружає сей просторий сьвіт. З другого боку вони також і не нерухомі на поверхни кулї, як приміром суходоли і моря Марса; вони рухомі, подібно, як і наші хмари в атмосфері. Їх пересуванє, їх щезанє на заходї і появи знову на сходї, їх докладно вимірений поворот до осередкового полудника, не давали обсерваторови змоги дізнати ся достоту, за який час сама планета обертає ся навкруги своєї оси. Щоб визначити сей рух потрібно зробити велику скількість спостережень.

Нарештї дізнали ся, що ся величезна куля обертає ся навкруги своєї оси зі скорістю двічи більшою, нїж земля; доба тут, замісць 24 годин, менша навіть від 10 годин; межи сходом і заходом сонця числять тілько 4 год. 57 хв., так що ніч там, коли не числити померок, ще коротша. З другого боку через те, що рік на Юпітері майже 12 раз більший від нашого, то мешканцї Юпітера мають в роцї 10455 таких коротеньких днїв. Очевидно календар дуже ріжнить ся там від нашого! До сього треба додати ще одну ріжницю: брак змін року. Юпітер обертає ся так, що єго вісь майже не нахилена. Він завсїгди в такім положеню, як земля за часи рівнодення, і мож сказати, що сей величезний сьвіт тїшить ся вічною весною. Нахил єго рівника має тілько три степенї, значить нахил сей зовсїм непомітний. З сього виходить, що довгота дня і ночи лишаєть ся тут все такою самою за цїлий рік на всїх широтах, що день все рівний

ночи (день троха довший, коли числити померки), що температура все однакова; тут не знають нї зимового холоду, нї лїтної спеки, а підсоня спокійно і гармонїйно зміняють один одного, починаючи з теплих на рівнину і постепенно, повільно кінчаючи холодними на бігунах.

Метеорольоґічні з'явища на Юпітері привели нас до такої думки, що атмосфера сеї планети має більш відмін, нїж які могли би повстати з сили одного сонця; що ся атмосфера дуже густа, що її гнет величезний і що поверхня кулї не досягла ще того становища нерухомости і сталости, що єго досягла вже земля. Цїлком можливо, що ся планета, родившись ранїйш землї, задержала в собі на довший час своє первісне тепло дякуючи свому обємови і своїй масї. Може бути, що температура власного тепла Юпітера остілько велика, що її досить, щоб стати на перешкодї всякому житю на сїй планетї. А може бути Юпітер ще в становищу хоч й не яркого, але темного й пекучого сонця, зовсїм рідкого, або ледви укритого першою загуслою корою, в тім становищу, що в нїм була й земля до настаня житя на її поверхни. А може ся велетенська планета має тепер таку температуру, що через неї перейшов і наш сьвіт в первісний період ґеольоґічних епох, коли житє починало вже обявляти ся, але в таких чудних рослинних і звіринних формах, що дивують нас своєю животною силою серед конвульсийного і бурливого народженя сьвіта? — Ся остання думка є найрациональнїйша, що її ми можемо вивести з усїх наших спостережень.

Додаймо ще до того, що навкруги сеї небесної кулї обходять 4 сателїти в віддаленю: перший — 430000 км., другий 682000, третий 1088000 і четвертий 1914000 км. Періоди їх обігу такі: першого 1 день 18 годин, другого 3 дни 13 годин, третого 7 д. 4 год. і четвертого 16 д. 16 год. Третий з сих сателїтів більший від Меркура і сливе такий як половина землї.

## Сатурн.

Від землї до орбіти Марса, 19 мілїонів льє; від орбіти Марса до орбіти Юпітера 136 міл. льє; тепер, щоб досягти Сатурна (рисунок 33) треба звідси перескочити страшенну безодню 163 міл. льє, бо ся планета ходить кругом сонця в віддаленю 355 мілїонів льє, в віддаленю майже 10 раз більшім, як віддалене землї від того самого осередка. Свій оборот навкруги сонця Сатурн виконує в 10759 днях, або в 29 роках 167 днях. Кружінь його має до 100 тисяч льє; його прогін відносить ся до прогону Землї, як 9,3 : 1 і має 118500 км.; його поверхня 85 раз більша від поверхнї нашої маленької планети, а обєм 719 раз переважає обєм Землї. А про те він тілько 92 раз тяжший від Землї, і се сьвідчить про те, що материя, що з неї він збудований, дуже легка і що її пересїчна густота рівняє ся тілько 128 тисячних густоти нашої планети. Він плавав-би на океанї як деревляна куля.

Сатурн ще більш, як Юпітер, приплесканий на бігунах, і єго сплюсненість рівняє ся $^1/_{10}$; таким робом, коли єго рівниковий прогін має 112500 км., прогін бігуновий має тілько 110000 км. Сей величезний сьвіт обертає ся

навкруги себе в 10 год. 15 хв. В єго роцї числять таких коротеньких днїв не менше як 25217!

На Сатурнї є зміни року, і в приближеню такої самої відносної інтензивности як і наші; але кожда з них тягне ся більш 7 років. Його віддалене від осередка богато більше від нашого, отже тепло і сьвітло, що він їх має від сонця, 90 раз слабше від того, що має земля, але можливо, що єго атмосфера так збудована, що задержує се тепло, нїчого з нього не гублючи.

Сатурн має таку властивість, що її мож назвати єдиною в усїй соняшній системі: ся планета в значнім віддаленю окружена кільцем плоскуватим і дуже широким; ми його бачимо навкоса, через що вона нам замість круглого здає ся елїптичні, і то ширшим, то вузчим у поперек. Коли дивитись на нього з Землї, то здає ся, наче частина сього кільця проходить через планету, тодї як протилежна частина позаду її. Від передної частини кільця падає на кулю чорна тїнь. Ся планета, як і всї иньші, не має свого власного сьвітла; її освітлює Сонце.

Без сумнїву ся планета диво цїлої сьвітової системи. Що за чудний твір! Висючи в небі Сатурновім на висотї 20000 км. над рівником, його кільце, ся небесна тріюмфальна арка здає ся короною слави, короною, що має 71000 льє у прогонї і близько сотнї км. здовж.

Кільце Сатурна виразно подїлене на 3 пояси; в дїйсности воно складає ся з великої сили частин, що з страшенною бистростою крутять ся навколо планети. Найблизчі до планети частини повинні обертатись в 5 годинах 50 хв.

найдальші в 12 год. 5 хв. під загрозою упасти на поверхню планети. Крім сеї цікавої системи кілець, у Сатурна є ще 8 сателїтів, що обертають ся навкруги нього.

## Уран.

Переходимо в найдальші країни соняшного царства, в ті країни, що тілько недавно віднайдено астрономами. В давні часи Сатурна уважали за край соняшної системи. Коли-ж неожидано 1781 р. Вільям Гершель, гановерський астроном, що еміґрував до Анґлїї, віднайшов нову планету, і через се межі соняшної системи відсунено з 355 до 733 мілїонів льє! Се була правдива революция. Нову планету назвали Ураном.

В такім віддаленю (733 мілїона льє) від загального осередка планетних орбіт, Уран обертає ся дуже повільно, він потребує 84 наших років, щоб виконати свій оборот. Виходить, що кождий рік на Уранї рівний 84 нашим; коли там біольоґія в таких самих взаємнах з пересуванєм планети, як і в нас, що тамошна десятилїтна дитина має наших 840 років, молоде вісїмнацятилїтне дївча не менш 1500 р., а столїтний дїд прожив 8400 наших років, себто він родив ся чотири тисячі років до збудованя Пірамід.

Уран має 55400 км. у прогонї. З того виходить, що обєм сеї планети 69 разів більший як обєм Землї. Уран важить 14 раз більше від нашої планети. Материя, з якої він складає ся, богато лекша від материї землї. Густота її є тілько $^1/_5$ густоти земної материї; виходить,

що вона більша від густоти Сатурна, але менша як густота Юпітера.

Ся небесна куля має чотирох сателїтів; вони ходять не з заходу на схід, як уся соняшна система, але, дуже мало нахилені на плоскости орбіти, вони пересувають ся майже в вертикальнім напрямі до плоскости обороту самої планети.

Уран 19 раз дальше від осередкового сьвітила, як Земля; виходить, що соняшний кружок для него буде 19 раз менчий у прогонї, а поверхня сего кружка буде 390 раз менша, від тої, що ми її бачимо. Які-ж зміни року може утворити сонце, коли воно 390 раз холоднійше, як у нас!

Про атмосферу Урана довідались за помічю спектрального аналїзу. Вона ріжнить ся від нашої атмосфери своєю спосібністю втяганя; такою спосібністю вона скидає ся більш на атмосферу Сатурна і Юпітера як на ту, якою ми дихаємо. Вона має в собі такі ґази, яких зовсїм нема на нашій планетї.

От нарештї сьвіт, що з усїх боків ріжнить ся від нашого, ріжнить ся навіть більш того, як ріжнять ся умови житя в темних глубинах морей з умовами житя на Земли. Через се можемо прийти до думки, що сей сьвіт не може бути заселений... бодай сотворінями, подібними до нас. На його поверхни доси не можуть розібрати нічого певного, хиба тілько декілько невиразних рівникових смуг.

## Нептун.

Після того, як відкрите Урана в 1781 р. відсунуло межі соняшної системи з 355 до

733 мілїонів льє від Сонця, відкритє Нептуна 1846 р. через Ля-Веріє відкинуло сї межи з 733 до 1100 мілїон. льє, більш нїж на мілїярд льє! Таким робом розумінє про всесьвіт ширшало в людськім розумі просто пропорціонально відкритям в астрономії.

Прогін Нептуна має 48000 км.; поверхня 16 разів більша від нашої, а обєм дорівнує 55-ти обємам землї. Він має одного сателїта.

Кождий рік сего сьвіта рівний 165-ти нашим. Коли на Нептунї, як ми вже се казали про Урана, живуть пересїчно по стілько років як і у нас, тодї там дитина буде ще немовлем, маючи вже 200 наших лїт; людинї на приводі до війска буде 3300 років, а столїтні дїди стогнуть там під тягаром 16500 років. Напевно житє там іде дуже повільно.

Зрозуміло, що дякуючи віддаленю більш нїж мілїярд льє, що віддїляє нас від сеї планети, найсильнїйший наш телєскоп не може нїчого розібрати на її поверхнї. Таким робом єго фізична будова лишає ся майже зовсїм невідомою нам. А про те ми все-ж таки знаємо дещо про нього через скорість єго сателїта і через ріжні пертурбациї на Уранї; знаємо, що його маса 16 раз більша від маси землї; що його пересїчна густота рівняє ся тілько третинї нашої; що сила притяганя на нїм майже така сама, як і у нас. Крім того через спектральний аналїз, як і на Уранї, довідались, що тут істнує атмосфера з великою силою втяганя; що в сїй атмосфері є ґази, яких нема в нашій, і що ся атмосфера майже однакова по химічній будові з атмосферою Урана.

Віддаленє Нептуна від сонця 30 раз більше, нїж Землї; коли денне сьвітло 30 раз далї

від Нептуна ніж від нас, то і прогін його здає ся з Нептуна 30 разів меньшим, ніж з Землї; через се сьвітло і тепло, що воно посилає, на Нептунї 900 раз меньші від сьвітла і тепла, що має Земля. Се мов-би вічний сумерк.

От такий останнїй остров нашого планетного архипеляґа, от така остання відома нам провінция соняшної републики, остання точка нашого опису соняшної системи.

## XII

## Комети, зорі падучі, уранолїти.

З усїх небесних дивовиж комети напевно більш за все дивують нас своїм таємничим, а часом і дивним виглядом. Коли з'являють ся з глубини просторони, переходять перед нами і знову десь щезають. В давні часи на сї хвостаті небесні тїла дивились як на віщунів людських бід. Коли якому народови траплялось якесь нещастя, як приміром війна, революция, пошесть, повінь, посуха, або що иньше, та ще коли до того в давні часи людські злиднї були частїйші ніж тепер, бо тодї і такі випадки, як як смерть короля, або навіть і простого князя уважала ся за правдиве народне нещастє, — тодї часто бувало, що сї нещастя припадали в часї, коли показувалась комета на небі, через що і дивились на комети, як на знаки гнїву божого. Тепер минув ся вже наш страх перед кометами, що в старину стілько раз, здавалось, віщували кінець сьвіта; сей страх щез, дякуючи поступови в астрономії і розвою людського розуму.

Сї дивні небесні сьвітла мають часто незвичайно величний вигляд. Комети 1744 і 1811 років здивували усїх. Одною з найкращих комет 19-го віку була комета 1858 року; копю рисунку зробленого з неї в Париській обсерваториї подаємо на рисунку 35.

Комети — се прозорі туманности, що не мають нї маси, нї густоти; се скуплене чистого воздуха, без порівнаня лекшого як той, котрим ми дихаємо; воно носить ся в просторі здовж дуже еліптичних орбіт На 36 рисунку подаємо форму таких орбіт. Дивлячись на сей рисунок упевнимо ся, що комети тілько частину свого руху роблять в околї Землї. Маленьке коло на тім рисунку, се орбіта Землї, що по нїй вона що року обходить Сонце.

Комети рухають ся в просторони в усяких напрямках під ріжними нахилами до плоскости орбіти нашої планети і хоч їх навкруги Сонця дуже богато і цїлі тисячі навкруги нас, а про те вони не можуть стрінутись з Землею так легко, як се здаєть ся на рисунку, зробленім на папері. Їх орбіти окружають землю, як обручки і в вертикальнім і в горизонтальнім напрямі, не доторкаючись до неї в жадній точцї. Майже зовсїм неможливо, щоб комета стріла ся з планетою, бо до сего доконче потрібно, щоб комета не тілько перетяла небесну дорогу планети, але якраз в той час, коли через ту саму точку орбіти проходить планета. А про те ся стріча може трафитись. Серед тисяч комет, що їх бачили астрономи в часї пяти або шести тисяч років, знайшло ся небогато таких, що перетинали земну орбіту. Одною з таких була комета 1832 року: вона перейшла земну орбіту в ночи з 29-го на 30 жовтня 1832 р. Але земна

орбіта — се-ж не є сама Земля; Земля – се тілько точка на сїй величезній дорозї, по якій вона летить, з скорістю 106000 км. на годину. Коли комета 1832 року переходила через нашу орбіту, Земля була в той час від неї більш нїж 70 мілїонів км., бо вона прийшла на те місце орбіти, де переходила комета, аж за місяць, себто 30 падолиста.

Але чи стрічали ся коли небудь комети з Землею? А коли-б случило ся таке, які би ся пригода мала наслїдки? 30 го червня 1861 р. Земля стріла ся з кінцем хвоста великої комети. Нїхто сего не достеріг. Але-ж зіткнене було тілько з кінцем хвоста. Дня 27 падолиста 1872 р. комета Біеля, що так надовго пропала, повинна була стрінутись з Землею. Але замісць того був правдивий дощ з падучих зір. Їх начислено до 160000. Таке було і 27го падолиста 1865 р. Але пропавша комета в дїйсности розсипала ся в падучі зорі. В 1770 р. велика комета Лєксель летїла просто на Юпітера, і перебігла через усю систему єго сателїтів. Але сателїти через се не мали ніяких турбаций, а комета, навпаки схибла з своєї дороги.

Сї небесні тїла, що своїм виглядом роблять на людей таке велике вражінє, здає ся складають ся з надзвичайно легких ґазів. Коли комета проходить перед зорею, вона не затемнює її: зоря блищить, як і блищала. Се часами трафляє ся і було приміром помічено 24го липня 1890 р. Коли комета приходить перед сонцем, що також иноді буває і було спостережено між иньшим 17го вересня 1882 р., вона робить ся зовсїм невидимою. Виходить, що навіть саме ядро комети прозоре, з винятком мож бути, декількох зерен.

Спектральний аналїз показує на присутність в кометах углеродних ґазів і углеродно-водениих сполучень. Наближуючись до сонця, сї ґази нагрівають ті фантастичні хвости в декілько мілїонів льє здовж, які є нїщо иньше як наелєктризовані хвилї стеру. Сї хвости завсїгди тягнуть ся проти сонця і зовсїм не завсїгди позаду комети, як то звичайно думають, але часом і поперед неї. Иноді вони зовсїм прості, частїйш троха зігнуті.

27го лютого 1843 р., 27го сїчня 1880 р. і 17 вересня 1882 р. бачили комету з простим хвостом, що мав здовж декілька мілїонів льє; ся комета прямувала якраз до сонця а далї обійшла кругом него в декілька годин з скорістю по 500000 метрів на секунду.

Нїщо не показує нам, щоб ґази, з яких складають ся комети, були зовсїм безпечними, і щоб при зіткненю їх з Землею, що було-б без порівнаня дужчим від зіткненя двох поїздів express, бо комета летить ще швидче від Землї, обернене сего руху в тепло і згук кометних ґазів з кисло-родом нашого воздуха не зробили загальної пожежи усего нашого сьвіта. Коли-б астрономи оголосили по часописях день і годину нашого зіткненя з кометою, що з глубини простору насували-б ся на нас, то напевно всї наші справи і полїтичні, і торговельні і біржеві, а також і всї наші звичайні забави досить би скоро втратили всї свої цікавости. Перспектива такої близької катастрофи зворушила-б навіть найсьміливійших, і всї социяльні нерівности загладили би ся перед такою загальною бідою. Хто знає, що було би після такої стрічи!

Звідки беруть ся комети? Коли-б вони зявлялись з простору, що лежить поза нашою соняшною системою, орбіти їх тодї були би менше скривлені. Форма-ж сих орбіт, навпаки, показує, що комети з'являють ся в межах соняшної системи. Помічено, що всї комети, що вертали ся назад, пересувають ся по дуже подовгастих елїптичних орбітах і що їх один кінець наближує ся до сонця, а другий до орбіти планети. Виходить, що планети мали великий вплив на орбіти комет. Значна частина послїдних мають свої афелїї*) близько орбіти Юпітера.

Трохи вище ми казали про дощ з падучих зір, що був 27го падолиста 1872 і 1895 р.; сей дощ дала комета Біеля; відтак вона щезла. Походжене падучих зір справдї сильно звязано з кометами. Після богатьох спостережень можна гадати, що доля комет — се розпад на частки і заміна в падучі зорі.

Падучі зорі — се маленькі космічні молекули, що лїтають в просторі і на своїй дорозї стрічають ся з землею. Коли вони переходять в нашу атмосферу, то навіть в найвищих розріджених її шарах їх швидкий рух справляє таке тертє і стисканє воздуха, що сї маленькі частини розгрівають ся, запалюють ся і навіть спалюють ся. Швидкість їх руху рівняє ся 42000 метрів на секунду, а швидкість руху Землї — 30000 метрів.

Колиб Земля їх стрітила перед собою, то швидкість, що з нею вони переходили нашу атмосферу, була-б 72000 метрів! Але що вони

---

*) Афелїй — що-найдальша від сонця точка орбіти планети або комети. Її протилежник (себ-то найблизча точка) перігелїй.

стрічають ся більш менш навкоса, то скорість їх буває 30000—40000 метрів. Звичайно вони являють ся на висоті 120 км., а щезають на висоті 80 км.; виходить, що атмосфера досягає що найменше 120 км. в гору.

Найчастійше вони цілком згорають і тоді падають повільно в атмосфері, як невидимий пил. Він складає ся головно з желїза і нїклю; слїди його часто знаходять скрізь на земли, на вічних снїгах Альпів, в дощевій воді і взагалї в таких місцях, куди дим фабрик не міг закинути жадної пилини желїза. Думають, що земна куля щорічно одержує близько 146 мільярдів падучих зір. Своєю масою вони побільшують масу Землї, і через се стає тихшим її оборот навкруги своєї оси і прискоряє ся рух Місяця навкруги Землї.

Иноді буває так, що падучі зорі не щезають в воздусї і летять далї тілько троха позбувшись своїх верхних шарів. Се особливо часто буває з більш або менш великими болїдами.

Хоч ми раз-у-раз бачимо падучі зорі, але є такі часи, коли вони з'являють ся цїлими роями на якій небудь сторонї неба. Се буває приміром 10го серпня і 14го падолиста. В першім разї вони ідуть по орбітї великої комети 1862 р. і немов-би від співзіря Персея, в другім — по орбітї 1866 р. від співзіря Льва. Крім того 27го падолиста наша комета стрічає відломки комети Біелї; вони ідуть мов від співзіря Андромеди. В иньші днї року також буває падане зір, але не таке велике, як у сї три днї.

Ми тілько що згадували про болїди. Скажемо разом і про аеролїти, або краще сказати,

уранолїти; се все каміня, що падає з неба, але подібно не має нїчого спільного з кометами.

Болїди вяжуть падучі зорі з уранолїтами Дуже блискуча і близька до нас падуча зоря має вигляд болїда; такий самий вигляд приймає і уранолїт у ту мить, коли він паде. Але дуже можливо, що й падучі уранолїти треба звати болїдами.

Ще в давні часи знали, що з неба падає иноді каміня, хоч вчені признали се тілько в початку нашого столїтя. Богато було сьвідків сего дивовижного з'явища; Греки, так певні були, що се каміня падає саме з неба, що з побожністю ховали такий небесний камінь, що впав біля ріки Еґос, і навіть желїзу дали назвище „сідорос". Можливо, що перші желїзні струменти були зроблені з желїза, яке упало з неба. Не минає нї оден рік без того, щоб хтось не був сьвідком падання уранолїта на тій або иньшій частинї земної кулї. Блискуче тїло летить з неба з страшенним тріском і, впавши на Землю, заглубляє ся в неї на сорок, пядесять, шістьдесять і навіть більш сантіметрів. Звичайно разом буває гуркіт, подібний до гуркоту грому, бо болїд розсипує ся на тисячі кусників. Коли добутись до того місця, де він впав, і доторкнути ся до нього, то видно що він розпалений. Видно також, що вся його поверхня мов-би поливана від розтопленя; в серединї він зовсїм холодний. Болїди складають ся переважно з желїза і камяних частинок; иноді-ж в них навпаки переважає камінь, із зернами желїза. В иньших уранолїтах, (уранолїт 14-го мая 1864 р. в Оргелї), не знаходять нї желїза нї каміня, а тілько один уголь.

Коли болїд упаде не дуже близько, то люде, що бачать його падане, все помиляють ся що до місця, де він саме упав. Їм здає ся, що він падає богато блище, нїж в дїйсности. Одного дня я одержав з північної Італії звістку, що коло Міляну впав болїд. З Швайцариї мене оповістили, що він упав в Женевське озеро; з Шомона, — що він повинен упасти на північ від самого міста; з приморської Бульонії, що болїд упав в Ляманш. А справдї, як виявилось, він упав в Анґлії.

Падане болїдів однаково чи в день, чи в ночи буває досить рідко для кождої певної місцевости. Ми кажемо про падання тілько цїлком певні, після яких знаходять каміня, що упало з неба. В останній раз таке падане бачили у Франциї в Гразаку 10го серпня 1885 р.; сей болїд спалив стирту з 1500 снопів збіжа і Лоборийську ферму. Бувало, що болїди убивали і людей. В природничо-історичнім музею в Парижи є богато зразків ріжних болїдів. Найбільший, знайдений в Мексику, важить 780 кґ.

Болїди і уранолїти не мають спільного походженя з падучими зорями, а бодай не падуть вони разом з падучими зорями. Вони без сумнїву утворили ся з вибухів планетних вульканів. Богато з них, може має свій початок від Землї, що їх викинула з свого нутра, тим більш, що їх мінеральна будова така сама, як і землї. Для сього Земля, ще в ґеольоґічний період повинна була-б їх викинути з своїх величезних вульканів і дати їм первісну силу летїти зі скорістю від 8000 до 11000 метрів на секунду. Тодї вони відлетїли б від Землї на віддаленя пропорціональні сїй силї, і потім знову повинні були б

вернути ся до її орбіти. Колиб їм була надана сила летіти з швидкістю більш ніж 11000 м. на секунду, то вони залетіли би так далеко в безмежність, що ніколи не вернули би ся.

## XIII.

# Зоряне небо.

### Загальний опис співзір (костеляций).

В безусловній нічній тишині, глибині небесній блищать зорі, укладаючись в безмежнім просторі в якісь таємничі групи. Повільно пливуть вони зі сходу на захід; ніч пересуває їх перед нашими очима, наче перед очима можновладного владики, що обсервує їх становище. Як-же звуть ся сї небесні сьвітила, як мож їх розпізнати, що вони є? От які питаня кождий собі ставить, дивлячись на небо; але на сї питаня не важко відповісти. Перш над усе навчимо ся читати сю велику книгу Небес, постійно розгорнену перед нашими очима. Деякі головні зорі мож легко навчити ся.

Співзіря Великої медведиці або Воза, складає ся з семи досить блискучих зір і обертає ся навкруги північної або бігунової зорі. Се співзіря звуть також возом Давида. В ночи в кожду годину мож його бачити то високо в небі, то низько край неба, то на сході, то на заході воно міняє свою дорогу відповідно годинам і змінам року.

На рисунку 37. подаємо сїм зір сеї головної констеляциї. Але ви всї напевно її бачили.

Вона все на небі і в день і в ночи стоїть на північнім краю неба; вона повільно обертає ся в 24 годинах навкруги зорі, про котру зараз скажемо. У фіґурі Великої Медведиці три зорі роблять її хвіст, а з чотирох других на взір четверокутника складає ся її тіло. А коли сю констеляцию звуть Возом, тоді уявляють собі, що чотири зорі — се колеса, а три на кінци — се війє. Над серединою ($\zeta$) з сих трох зір, що звуть Мізиром при добрих очах мож бачити зовсім маленьку зорю Алькор або їздець. Араби прозвали її Caigan, себто Спроба, бо на нїй дізнавались, оскілько видюче у кого око. Кожда з зір сього співзіря визначає ся окремою буквою з грецької абетки; букви ідуть з початку по черзї: альфа ($\alpha$) і бета ($\beta$) — се дві перші зорі, ґама ($\gamma$) і дельта ($\delta$) — дві другі, епсільон ($\varepsilon$), дзета ($\zeta$) і ета ($\eta$) — се три послїдні; крім того в кождій зорі є своє арабське назвище, але я їх не нагадуватиму, бо з винятком одного Мізара, їх не уживають.

Се блискуче північне співзіря, складаючись, з винятком дельти, з зір другої величини, ще з давних часів звертало увагу обсерваторів.

Тепер коли знаємо Велику Медведицю, покористуємо ся нею, щоб далї орієнтувати ся серед зір на небі.

Коли проведемо просту лїнїю через 2 зорі $\beta$ і $\alpha$ і протягнемо її далї на той бік альфи, так щоби ся лїнія була у пятеро більша, нїж яка вона є між бетою і альфою, або щоб ся лїнія була така, як простононь між альфою і кінцем хвоста (ета) то ми якраз знайдемо зорю, що трохи менш блискуча від попередних; вона стоїть на кінци фіґури, схожої на Велику

Медведицю, але меншої від неї і поверненої хвостом у протилежний бік. Се Мала Медведиця, або малий Віз рис. 38; складає ся також з семи зір. Зоря-ж, що на кінци хвоста сеї Малої Медведиці і що до неї нас привела наша проста лїнія від $\beta$ до $\alpha$, зве ся бігуновою зорею.

Бігунова зоря варта особливої уваги, як і все те, що відріжняє ся від загалу, бо вона одна серед усїх зір, що блищать в ночи, лишає ся нерухомою на небі. В який-би час року, чи в день, чи в ночи, ви не дивились на небо, ви завсїгди знайдете її на однім і тім самім місци. Навпаки, усї иньші зорі обходять за 24 годин навкруги неї, як навкруги свого осередка. Бігунова зоря стоїть нерухомо на бігунї і звідси служить провідною точкою мореплавцям в океанї і мандрівникам серед невідомих пустель.

Коли о півночи будемо дивитись на бігунову зорю, нерухому, як ми вже казали, на небі, то перед нами буде північ, позаду нас південь, праворуч схід, ліворуч захід.

По другім боцї бігунової зорі проти Великої Медведицї лежить третя констеляция, яку теж легко розпізнати. Коли від зорі $\vartheta$ провести просту лїнїю до бігуна і далї по другий бік бігуна протягти її на таке саме віддалене, то перейдемо через фігуру Касіопеї, що складає ся з пяти головних зір і проте схожа на розтягнену букву М. Маленька зоря $\varkappa$ (капа), що нею кінчяє ся четверокутник, робить її схожою на дзиглик. Се співзіря приймає ріжні становища, обертаючись навкруги бігуна, і буває то зверху, то знизу, то з правого, то з лївого боку від него; але єго все легко знайти, бо воно все на небі і все з протилежного боку

від Великої Медведиці. Бігунова зоря є осередком, що навкруги нього обертають ся сї обі співзіря.

Коли тепер протягнемо від зорі $\alpha$ і $\delta$ Великої Медведиці дві прості лінії до бігуна так, щоб вони в сїй точці зійшли ся і далї протягнемо їх по той бік Касіопеї, то вони приведуть нас до четверокутника Пеґаса (рисунок 40), що з одного боку кінчить ся хвостом з трох зір, схожих до зір Великої Медведиці. Сї зорі належать Андромедї і приводять до співзіря Персея.

Остання зоря з четверокутника Пеґаса є, як се видно на рисунку, першою зорею $\alpha$ Андромеди. На північ від $\beta$ Андромеди коло маленької зорі можна побачити подовгасту туманність, що її порівнювали до поломіни сьвічки, коли на неї дивитись через рогову дощечку. Се перша туманність, що про неї згадують в астрономічних лїтописах.

В співзірю Персеа блискуча зоря $\alpha$ містить ся на лінії трох головних зір Андромеди між двома менш блискучими зорями, що у купі з ними вона робить дуже значну горбувату дугу; за помічю сеї дуги можна легко орієнтувати ся далї. Коли її продовжимо в бік $\delta$ (рисунок 41), знайдемо дуже блискучу зорю першої величини: се Капеля або зоря $\alpha$ співзіря Візничою. Коли далї зробимо простий кут з сею дугою Андромеди в південнім напрямі, то знайдемо блискуче скуплене зір — Плеяди (Волосожар). Близько них мінлива зоря Альґоль або голова Медузи.

Зоря Альґоль або $\beta$ Персея належить до тих змінливих зір, що про їх дивні прикмети скажемо далї. Замісць того, щоб подібно до

иньших зір мати завсїгди однаковий блиск, вона блищить то дуже ярко, то робить ся зовсїм блїдою; так що з зорі другої величини вона може зробитись зорею четвертої великости. Тілько при кінци сїмнацятого столїтя уперше запримітили сю мінливість; з того часу довідались, що ся мінливість періодична і правильна, і що періоди її незвичайно короткі: найменший з них 2 днїв 20 годин 48 хв.

Коли продовжимо криву лїнію Андромеди по другий бік квадрата Пеґаса, то прийдемо до Чумацької дороги; в єго околицях знайдемо Лебедя, що нагадує собою хрест, Лїру, що в ній блищить Вега, Орла (Алтаїр з двома сателїтами) і Геркуля — співзіря, що до нього жене в просторі укупі з нами наше Сонце.

Тепер звернемо ся на протилежний бік того самого бігуна. Почнемо знову з Великої Медведицї. Коли продовжимо її хвіст, знайдемо не дуже далеко від неї зорю першої величини — Арктурус або $\alpha$ Волопаса (рисунок 39). Лїворуч від Волопаса маленьке коло зір — се Північна Корона. У травнї 1866 р. там бачили ще одну маленьку зорю, але через пятнацять день вона щезла. Співзіря Волопаса має форму пятикутника і складає ся з зір третої величини, виключаючи Арктуруса, бо се зоря першої величини. Ся послїдна одна з найблизших до землї зір, бо вона належить до невеликої купи тих, що їх віддалене від землї мож було змірити. Вона від нас на 81 трилїонів льє і сяє чудовим золотисто-жовтим сьвітлом.

Коли протягнемо лїнію від Бігунової зорі до Арктуруса і з середини сеї лїнії другу вертикальну до Великої Медведицї, то найдемо близько Чумацької дороги одну з найблискучій-

ших зір на небі — Вегу або альфу Лїри. Вона з двома що лиш згаданими зорями робить рівнобокий трикутник. Лїнїя від Арктуруса до Веги переходить через співзіря Геркулєса. Між Великою і Малою Медведицею знаходять довгий ряд маленьких зір, що складають з себе кільця наближаючись до Веги: се зорі Дракона.

От усї ті купи зір, в які вони злучають ся біля бігуна; через се вони звуть ся підбігуновими. Усї сї співзіря обертають ся навкруги бігунової зорі, або краще сказати навкрути оси сьвіта; нахил сеї оси до позему певної місцевости не міняє ся. Через сю незмінність повстає те, що над обрієм якого небудь місця в кождий час року підбивають ся все ті самі зорі. Деякі з сих зір сходять і заходять в ночи і ми їх бачимо, иньші-ж роблять се в день, через що дневне сьвітло не дає нам їх бачити. Ті зорі, що містять ся на небі близько самого бігуна, нїколи не заходять і їх мож бачити в ночи через цїлий рік. Нарештї є ще такі зорі, що роблять свій добовий оборот під обрієм, і нїколи з наших місцевостей їх неможемо бачити, окрім тих місцевостей, що лежать на самім рівнику.

От, як бачите, небесна сфера може бути подїлена на 3 пояси: 1) пояс підбігунових зір, що їх завсїгди мож бачити; 2) пояс зір, що сходять і заходять і що їх видимість зависить від часу року; 3) пояс зір, що нїколи не підбивають ся над обрієм. Через те, що цїле видиме небо обертає ся в 24 годинах навкруги оси сьвіта, усї зорі раз на день приходять через меридіян.

Знаємо, що Сонце в своїм видимім походї понад нашими головами іде по правильній непохитній дорозї, що кождий рік в той самий

час воно приходить на тій самій висоті на небі і що коли воно в грудни нижче як в червни, то се не через те, що єго дорога змінилась; така відміна єго позірного руху зависить тілько від змін року на земли, а саме сонце завсїгди вертає за рік на ті самі місця на небі, де воно було й торік.

Знаємо також, що зорі завсїгди окружають Землю, і що коли в день їх не видно, то се тілько через те, що дневне сьвітло не дає їх бачити. Ту зоряну смугу, що в нїй Сонце буває в часї цїлого року, звуть Зодіяком (від грецкого слова Zòdion, себто звір); таке назвище повстало через ті фіґури, що вбачають ся на сїй зоряній смузї. Справдї серед сих фіґур головно мож знайти фіґури звірів.

Цїлу небесну кружінь подїлено на 12 частин і подано їм призвища дванацять знаків Зодіяка. Наші предки звали їх „будинками сонця“, або „щомісячними резиденциями Апольона“, бо кождого місяця сонце навідує ся до одної з них. Ось усї сї назвища! Баран ♈, Бик ♉, Близнята ♊, Рак ♋, Лев ♌, Діва ♍, Терези ♎, Скорпіон ♏, Стрінець ♐, Козерог ♑, Водолей ♒ і Риби ♓. Знаки поставлені коло сих назвищ — се первісні показчики, що нагадують їх приміром ♈-роги барана, ♉-голова бика, ♒-течия води і т. д.

Коли ми добре пізнали північне небо, коли єго головні зорі і їх взаємини добре впали нам в память, тодї вже нам не страшно братись до співзіря Зодіяка — ми їх легко навчимо ся розпізнавати.

Для доброго знакомства з ними треба доконче слїдити за ними по мапі, (рисунок 42)

а далї вечерами розпізнавати зорі просто на небі.

Баран містить ся між Андромедою і Плєядами. Коли протягти лїнїю від Андромеди до Плєяд, то ся лїнїя пройде якраз через голову Барана, що складає ся з двох зір третої величини. Баран се перший знак зодіяка, бо в той час, коли ся головна частина небесної сфери була встановлена, сонце проходило через сей знак в часи весняного рівнодення, і рівник тут перехрещував ся з екліптикою.

Далї іде Бик — (Ідемо з заходу на схід.) Бика легко віднайти по Волосожиру (Плєядах), що сяє у него на раменах, по співзірю Гіяд на єго лобі і по чудовій зорі на єго правім оцї — зорі Альдебаран першої величини. Під ним зараз співзіря Оріона. Альдебарана мож розпізнати ще й по тім, що він містить ся на північнім продовженю лїнїї трох Королїв (р. 42).

Плєяди, що мов-би миготять на північнім заходї від Альдебарана, складають ся з купи зір, серед яких голим оком мож легко начислити шість; але в телєскопї їх видно декілько сотень.

З Близнятами зустрінемо ся, коли перейдемо від попередного співзіря на схід; голови їх складають ся з 2-х чудових зір Кастора і Полюкса; їх мож також розшукати, протягши діяґональ через Велику Медведицю в напрямі її війя. З другого боку Кастор разом з Капелою і Альдебаран творить гарний трикутник. Таким робом єго зовсїм легко знайти. Се співзіря докінчують далї вісїм або десять зір, що спускають ся вниз до Бика. Під ним знайдемо зорю першої величини — Порціон. Ся околиця, де містить ся Оріон, Сіріюс, Близнята, Капеля,

Альдебаран, Плєяди, є найкращою з усеї небесної сфери. Над нашою півкулею вона сяє при кінци осени і в найкращі зимові ночі. По мітольоґічних оповіданях Близнюки Кастор і Полюкс були сини Юпітера, голосні зі своєї нерозривної приязни, за яку нагороджено їх безсмертністю.

Під Кастором і Полюксом містить ся далї Рак; він складає ся з 5-ти зір четвертої або пятої величини. Се найменш значне співзіря Зодіяка.

Лев — се великий трапез з чотирох чудових зір, що містять ся на схід від Близнюків. Єго мож знайти, коли провести в протилежнім напрямі лїнїю від альфи і бети Великої Медведиці. Найблискучійша з сих зір — альфа, з назвищем Реґуль, се серце Льва.

Далї на схід за Львом буде Діва. Коли продовжимо косину ворокутника Великої Медведиці на південь, стрінемо чудову зорю першої величини, що її держить лївою рукою на нашім рисунку Діва: се колос Діви, зоря, що її знали ще з давної давнини. Тепер, коли вже знаємо Арктуруса, або альфу Волопаса і альфу Льва, можемо примітити ще, що сї дві зорі укупі з Колосом складають рівнобокий трикутник.

Терези — самий знак Зодіяка. На схід від Колоса Діви бачимо дві зорі другої величини: се альфа і бета Терезів, або дві їх шальки. З двома другими, менш блискучими зорями вони роблять косий квадрат на еклїптиці. Дві тисячі років тому сонце приходило тут за часи осїнного рівнодення, а звідси і початок сего знаку, що день рівняєть з ночею, праця зі сном“.

Скорпіона легко розпізнати, бо якраз у него на серцю червона зоря Антарес, першої величини; саме співзіря має зогнуту форму. Антарес або альфа Скорпіона містить ся якраз на продовженю лінії, що злучає Реґуля (альфа Льва) і Колоса; вихопить, сї три великі зорі сяють на одній простій лінії в напрямі з заходу на схід. Антарес крім того творить ще разом з Лірою і Арктурусом рівнораменний трикутник, в котрім Антарес є верхом.

Стрілець, що має вигляд косої трапези, містить ся трохи на схід від Антареса, коли держатись еклїптики Він складає ся з зір тілько третої величини (і менших). Се співзіря ніколи не підбиває ся над обрій Парижа.

Козерог також не має дуже блискучих зір. Альфа і бета, що сяють у нього на лобі — се єдині, що їх мож вбачити голим оком. Знайдемо їх, коли продовжимо лінію, що іде від Ліри до Орла. Ся околиця Зодіяка є найбіднїйша небесна околиця, як раз супроти протилежної околиці, де ми зачаровували ся Альдебараном, Кастором і Полюксом, Капелою і иньшими.

Над Козерогом сяє Антаір, або альфа Орла.

Водолей складає з своїх трох зір третої величини дуже сплюснений трикутник. Його підстава продовжує ся далї цілою низькою у бік Козерога, а ліворуч у бік Урни.

Риба — послїдний знак Зодіяка містить ся на південь від Альдебарана і Пеґаза. Вони звязані з собою стрічкою. Се співзіря остілько-ж мало значне, як і попереднє, бо складає ся з 2-х рядків ледви сяючих зір, які почина-

ючи від альфи, зорі третої величини, що становить вузол стрічки, розходять ся — один іде до альфи Андромеди, другий до альфи Водолея.

Тепер, щоб наш загальний опись зоряного неба був зовсім скінчений, треба до него додати ще опис зір південної півкулї.

З усїх співзір тут найкращий Оріон. На зодіякальній мапі його легко знайти: під Биком і Близнюками на північ від Зодіяка побачимо сего велита, що простягає свою палицю до лоба Бика. Се співзіря складає з семи ріжних зір: дві з них, альфа і бета першої величини, пять послїдних — другої величини. Альфа і бета — се рамена, капа — праве колїно, бета — лїве; дельта, епсільон, зета — се пояс: під сею лїнією блискуча смужка з трох зір, дуже близько положених одна біля одної — се Меч. Між західними плечем і Биком бачимо Щит, що складає ся з кривої низки маленьких зір. Голова означена одною невеличкою зорею четвертої величини.

Для більшої ясности роздивіть на 43 рисунку уклад зір сеї чудової констеляциї. Ясним зимовим вечером її легко мож бачити на небі, коли стати чолом на південь.

Коли від пояса з обох боків протягнемо дві лїнїї, то з західно-північного боку стрінемо Альдебарана, або око Бика, а на східно-південнім Сіріюса, найблискучійшу зорю на небі; ми скоро звернемо ся і до неї.

Се чудове співзіря Оріона блищить над нашими головами в ясні зимові вечери. Нї в яку зміну року немає стілько зір на небі, як в зимі; Природа відкриває перед нами чудеса неба, починаючи з Бика і Оріона на сходї і кінча-

ючи Дівою і Волопасом на заході. З вісїмнацяти зір першої величини, що містять ся на просторі цїлого небесного склепіня, дванацять мож бачити з девяти годин до півночи; крім сего чудові зорі другої величини, знамениті туманности і всякі иньші небесні тїла — все се відкриває ся в зимі перед очима зачарованого аматора. От сї головні зорі: Сіріюс, Проціон, Капеля, Альдебаран, Кольос, серце Видри, Ригель, Бетельгез, Кастор і Полюкс, Реґуль і бета Льва.

Таку гармонїйну рівновагу нам усюди подає природа, і тодї як наші зимові днї вона робить короткими і холодними, вона дає нам замісць сього довгі ночи з чудовим, усіяним зорями небом.

Співзіря Оріона є не тільки найбагатшим по скількости блискучих зір, але в нїм є богато таких скарбів, що їх нема у жадного иньшого співзіря; через се єго мож-би назвати Калїфорнїєю неба.

Я забув ще додати, що три зорі, що з них складає ся пояс Оріона, звуть ся Трома Королями Магами, або цїпком Якова.

З південно східного боку Оріона сяє найкраща з усїх зір — Сіріюс, або альфа співзіря Великого Пса. Ся зоря першої величини містить ся в верхнім східнім кутику четверокутника, що єго підстава близька до обрію в Парижи і сумежна з трикутником. Усї зорі, як четверокутника, так і трикутника — другої величини. Се співзіря сходить вечером в кінци падолиста, проходить через меридіян з кінцем сїчня і з кінцем Марта заходить.

Коли астрономи вперше наважили ся змірити віддаленє від нас зір, вони першу свою увагу звернули на Сіріюса, як найяркійшу

з усїх зір на небі і після довгих і пильних спостережень, вони визначили нарештї се віддалене: воно дорівнує 23 трилїонам льє.

Малий Пес, або Проціон містить ся над своїм старшим братом або Великим Псом і під Близнюками, Кастором і Полюксом, на схід від Оріону.

Видра — се довге співзіря, що займає чверть неба над обрієм під Раком, Львом і Дівою, голова його складає ся з чотирох зір четвертої величини, містить ся лїворуч від Проціона на продовженю тої лїнії, що іде між Проціоном і Бетельгезом. Альфа сего співзіря — зоря другої величини, зве ся серцем Видри; тут ще знаходимо 2 не так значні скупленя зір. Ворон і Чаша.

Ерідан, Кит, Риба південна і Центавр — се одинокі значні співзіря, що про них нам лишило ся побалакати. Їх можна знайти в вичисленім порядку, праворуч від Оріона. Ерідан се цїла ріка зір третої і четвертої величини; вона починає ся коло лївої ноги Оріона, Ригеля (рисунок 43), вє ся до самого обрія і щораз під ним, де вона кінчить ся чудовою зорею Ашернар, першої величини; але сеї зорі з наших широкостей побачити неможливо.

Щоб побачити Кита, треба знайти під Бараном зорю другої величини, що складає трикутник у купі з Бараном і Плеядами; се альфа Кита, або Щелепи. Зоря Шиї — се одна з найцїкавійших зір, її звуть Дивною (чудовою) або Міra Ceti Вона належить до тих зір, що міняють ся. То вона блищить дуже ярко, то зовсїм меркне. За її змінами слїдили з кінця 16 столїтя і дізнали ся, що період побільшеня і поменшеня її сьвітла рівнає ся пересїчно

331 дневи; але проте він не все правильний: иноді наступає ранійш, иноді пізнійше на 25 день.

Нарештї під Колосом Діви стрічаємо ся з співзірєм Центавра. Центавр має в собі найблизчу до Землї зорю, альфу, першої величини: віддаленє її рівнає ся в приближеню 10-ти трилїонам льє. Але се вже південні співзіря, невидимі в наших широтах. З практичного боку вони нам нецїкаві, а ми переважно повинні були описувати ті співзіря, що у нас над головами і навчити наших читачів легко їх знаходити.

Щоб доповнити наш попередний опис, подаємо далї чотири мапи, що показують нам зоряне небо в зимі, на веснї, лїтом і в осени. Щоб користуватись ними, треба уявити собі, що вони у нас над головами, осередок показує зенїт, а небозвід спускає ся навкруги него до самого обрія. Таким робом обрій — се кружінь сих панорам. Повертаючи, всеодно в якім напрямі, мапу і дивлячись на неї то з півночи, то з півдня, то зі сходу, то з заходу, ми однаково знайдемо усї головні зорі. Перша мапа (рис. 44) показує небо в зимі (січень о 8 год. вечером; друга показує небо на веснї (цьвітень) о 9 год. вечером; третя — лїтом (липень) також о 9 год., і четверта в осени (жовтень) також в такий самий час (рис. 44—47).

Зорі блищать неоднаково, тож аби лекше їх віднаходити, подїлено їх по величинї. Властиво кажучи, слово величина тут не до річи, бо через те, що ся величина нам ще невідома, воно не має нїчого спільного з дїйсною величиною зір; се слово заховалось ще з того часу, коли думали, що найблискучійші зорі разом

з тим і найбільші. Се слово просто відповідає видимому блискови зір.

Всї зорі, які бачимо голим оком, подїлені на шість кляс. Видимий блиск зорі зависить разом і від її дїйсної величини, і від її власного сьвітла, і від тої просторони, що дїлить її від Землї; отже сей блиск має тілько відносне значінє.

Але яке правдиве віддаленє від нас зір?

## XIV.

## Віддаленє зір.

Коли ми дивимо ся з землї на зорі, розсипані в ріжних глубинах простору, то бачимо, що вони мають певний уклад; але такий уклад вони мають тілько через те, що на них дивимо ся з землї; якби на них подивитись з якої иньшої далекої небесної кулї, уклад їх був-би зовсїм иньший. Тут все зависить від перспективи. Коли будемо стояти в ночи серед якогонебудь великого міського майдану, що на нїм є богато ґазових лїхтарень, то в певнім віддаленю не зможемо розпізнати, які лїхтарнї дальші, які близчі: всї вони однаково відрізнятимуть ся на темнім тлї; їх видимий розклад зависить від тої точки, з якої ми на них дивимо ся, і міняє ся відповідно до того, чи ми ходимо здовш площи, чи впоперек. Се просте порівнанє поможе нам зрозуміти, чому ми не можемо судити про віддаленє зір, бачучи їх перед собою, і яким робом їх видимий розклад на небеснім склепіню цїлком зависить від точки,

з котрої дивимо ся на них. Коли-б ми, залишивши землю, перелинули в просторі на досить далеке місце, ми були-б сьвідками видимої зміни в становищу зір, зміни тим більшої, що далї була би наша обсервацийна точка, від того місця, що з нього ми звичайно бачимо зорі, себто від землї. Але для сього нам потрібно було-б віддалити ся на таку просторонь, що віддїляє бодай найблизчу до нас зорю, бо коли-б ми дивили ся на зорі хоч і з послїдної планети соняшної системи — Нептуна, то побачили-б їх все таки в тім самім станї, як і з землї. Зміни були-б значні тілько тодї, коли-б ми могли перелинути на яку зорю. Досить хвилини розмислу, щоб переконати ся о тім фактї і сим визволити нас з потреби ще довше на ньому зупиняти ся.

Ще здавна зорі, видимі голим оком подїлено на шість величин по їх блиску. Начислено 19 зір першої величини, між ними Сіріюс, Канопус, альфа Центавра, Арктур, Вега, Ригель, Капеля, Проціон, Альдебаран. Зір другої величини числять 59, третої 182, четвертої 530 і т. д. Замічено, що в кождій слїдуючій клясї зір більш у троє, ніж в попередній; так що, коли помножимо число зір якої небудь кляси 3 рази, то матимемо в приближеню число зір слїдуючої кляси. Отже усїх зір шести перших величин, або краще кажучи тих зір, що ми їх бачимо голим оком, буде приблизно 6000. Звичайно думають, що зір богато більше, що їх мож начислити міріяди мілїони: але се показує тілько те, що ми, як і в богато иньших случаях маємо нахил до прибільшуваня! А справдї число зір, видимих голим оком, в обох пів-

кулях над цїлою землею не переходить сего числа і навіть мало таких видющих очей, щоб начислили їх більш, як 4—5 тисяч.

Але де безсильні наші слабі очи, там телєскоп, се велитенське око, що побільшує ся що не рік, проймає в небесній глубині і віднаходить там без перестанку все нові й нові зорі. Після шестої величини перші глядні труби відкрили сему, а далї осьму і девяту; і тодї замісць на тисячі, зорі почали числити десятками, а далї сотнями тисяч. Але більш удосконалені інструменти переступили й поза сї межи і відкрили зорі десятої а навіть одинацятої величини З того часу їх почали числити мілїонами. Зір дванацятої величини числять 9556000; додайте до сього зорі одинацяти попередних величин і матимете більш чотирнацяти мілїонів. За помічю ще більших удосконалень перейшли й сї межи. Тепер, починаючи з зір першої величини до зір тринацятої величини включно, числять їх 43000000. Дивлячись в телєскоп, більш не бачимо нї співзір, нї темного тла; там блищить тілько дрібний золотистий пил, на таких місцях, де голим оком бачимо тілько темряву, що на нїй блищать дві, чи три зорі. Відповідно до того, як дивовижні відкритя в оптицї будуть побільшувати глядну силу, всї країни неба укриють ся сим золотим піском, і прийде час, коли здивовані очи зупинять ся перед скупленем зір, що без перерви йдуть одна за другою, і нїчого не вбачать перед собою крім нїжної тканини сьвітла.

Число зір безмежне.

Оскілько велику просторонь займають сї міріяди зір, що безупинно йдуть в просторі одна за одною? Се питанє завсїгди звертало

на себе увагу як астрономів, так і взагалї мислителїв; але тілько з недавних часів мож було розпочати вислїджуванє сего питаня, бо тілько з недавних часів маємо засоби, користуючись якими можемо досягти сього. В давні часи не мали жадного розуміня про віддаленє небесних тїл, так само як і про їх природу. Більшість початок їх бачила в самій земли; думали просто, що вони відокремились від землї і підбили ся над нею, як приміром підбиває ся блудячий вогонь над болотом; можби скласти довгу і цікаву історию з усїх сих первісних розумінь про всесьвіт, розумінь, що зовсїм не годили ся з гармонією і величністю творіня. Змірити віддаленє — від нас навіть найблизчих зір так само тяжко; як і змірити товщу волосини. І богато минуло часу перш, нїж досягли сього!

Найблизчу до нас зорю знаходимо в південнім співзірю Центавра; се його альфа, зоря першої величини. Після найновійших дослїдів дізнали ся, що вона далї від нас нїж сонце 275 00 раз; а що віддаленє сонця 149 мілїонів км., то віддаленє сеї зорі від нас буде приблизжно 10 трилїонів льє, або 10 тисяч мілїярдів.

Дуже тяжко і навіть зовсїм неможливо уявити собі подібну далечінь; для сього нам треба в думках, прилучивши до розуміня про просторонь, розуміня про час, промандрувати здовж сеї лїнії і через се постепенно збагнути усю сю довжину. Такий спосіб уживаємо і на земли. Коли нам скажуть, що від Парижа до Страсбурґа 500 км., то спершу нам тяжко уявити собі сю просторонь; але коли знаємо, що поїзд express, що йде з пересїчною швидкістю 50 км. на годину, перебіжить сю дорогу в 10 год., нам буде легше уявити собі довжину сеї

дороги. Сей метод, дуже корисний для невеликих віддалень на земли, доконче потрібний для небесних віддалень. Таким робом міримо просторонь часом і тілько замісць швидкости поїзду, беремо швидкість сьвітла, що пробігає 300000 км. на секунду.

І от, щоб прибігти ту просторонь, що відділяє нас від найблизчої зорі альфи Центавра, сьвітлови потрібно 4 роки і 128 день. Коли-б ми захотїли се ясно собі уявити, ми не повинні були зразу перескакувати за ним від місця його виходу до місця його прибутя, бо так ми не могли-б ясно зрозуміти усеї довготи сеї дороги; навпаки, ми повинні постепенно прослїдити за сею мандрівкою проміня, уявити, що пробігаємо 300000 км. в першій секундї початку свого відходу, 300000 км. у другій, а се вже буде 600000 км.; далї 300000 км. в третій і т. д. безупинно в часї 4-х років і 4-х місяців. Зробивши се, зрозуміємо страшенну великість сего числа; а без сього воно не буде мати для нас нїякого значіня і лишить ся цїлком незрозумілим, бо воно переважає всї ті числа, що звик вживати наш розум.

Ми вже казали, що найблизча до нас зоря — се альфа Центавра. Далї безпосередно за нею по своїм віддаленю від землї йде зоря, що містить ся в другій небесній країнї, в співзірю Лебедя. Се наша друга сусїдка, хоч сусїдство не забороняє їй бути від нас на 17 тисяч мілїярдів льє. Далї йде найблискучійша в небі зоря — Сріюс; віддалене її 23 тисячи мілїярдів льє.

Астрономи обчислили віддалене 30-ти зір. Тут подаємо спис наблизчих з тих зір, що їх мож бачити голим оком (виключаючи послїдну)

Перший стовбець цифр показує собою величину зір, другий кількість радюсів земної орбіти (віддалене землї від сонця), що умістилиби ся один по одному між землею і зорею; третий стовбець цифр – віддалене в трилїонах льє, четвертий кількість років, потрібних сьвітлови, щоб перебігти з зорі на землю.

| Назва зір. | Величина. | Просторонь в радіюсах земної отбіти | Просторонь в трилїонах льє | Довгота руху сьвітла. |
|---|---|---|---|---|
| Альфа Центавра | 1 0 | 275000 | 10 | $4^1/_3$ |
| 61а Лебедя | 5.1 | 469000 | 17 | $7^2/_5$ |
| Сіріюс | 1,0 | 625 00 | 23 | $9^9/_{10}$ |
| Проціон | 1,3 | 761000 | 28 | 12,0 |
| σ Дракона | 4,7 | 838000 | 31 | 13,2 |
| Альдебаран | 1,5 | 874000 | 32 | 13,8 |
| ε Індієць | 5,2 | 937000 | 35 | 14,4 |
| $0^2$ Ерідан | 4,4 | 1086000 | 40 | 17,1 |
| Алтаір | 1.6 | 1086000 | 40 | 17,1 |
| η Касіопеі | 3.6 | 1272000 | 47 | 20 1 |
| Вега | 1,0 | 1375000 | 51 | 21.7 |
| Капеля | 1.2 | 1875000 | 69 | 29,6 |
| Арктурус | 1,0 | 2194000 | 81 | 34,7 |
| Бігунова зоря | 2,1 | 2318000 | 86 | 36,6 |
| μ Касіопеі | 5,2 | 3438000 | 126 | 54,4 |
| 1830 Грумбрідж | 6,5 | 4583000 | 200 | 72,5 |

Таким робом навкруги нашої соняшної системи, поза межами Нептуна по всї напрями тягне ся пустеля близько до 10 тисяч мілїярдів льє майже 9 тисяч раз більша від тої просторони, що ділить нас від Нептуна. І на всїм тім незрозуміло великім просторі нема жадного сонця.

Ся таблиця подає нам найпевнїйші цифри, що ми їх доси мали про віддалене від нас зір.

А що ті зорі, які нам здають ся по своїм блиску, або величині найблизчими до нас, більш усього слїдили, то мож з певністю сказати, що се власно й є найблизчі до нас зорі. Отже, наше сонце, одна з зір простору, цїлком відокремлене в безкрайности, бо слїдуюче за ним сонце панує на віддаленю 10-ти трилїонів або 10-ти тисяч мілїярдів льє від него. Не вважаючи на незвичайну швидкість свого руху — 75000 льє на секунду — сьвітло долїтає до нас з сего сонця тілько за 4 роки 128 день Гукови або гарматній кулї, що пролїтають по 340 метрів на секунду, потрібно було-б більш як три мілїони років, щоб перелинути сю безодню. А поїзд express, що йшов би із сталою швидкістю шестидесяти км. на годину, добіг-би до нас з сонця Альфи Центавра тілько за 75 мілїонів років.

Ми вже казали, що колиб простягти з сонця на землю міст, то він-би мав 16600 арок такої довжини, як прогінь землї: а щоб досягти найблизшої до нас сонця-зорі, потрібно було-б 275000 таких мостів.

Коли до найблизчих до нас зір десятки і сотнї трилїонів льє, то віддалене зір, які бачимо тілько через телєскоп, може міряти ся квадрилїонами, квінтільонами, мілїонами мілїярдів мілїярдів льє. Що то за величні сонця! Їх сьвітло досягає до нас з таких далечінь! І от такі далекі сонця людська пиха хотїла присилувати обертати ся навкруги нашої мікропічної кулї! Щоб долинути до нас від деяких блискучих зір, сьвітлови потрібно більш, як сто років; воно летить тисячі років, щоб принести нам звістку від більш далеких зір; десятки тисяч років, щоб прибути з других ще

дальших країн простору, пядесять, сто тисяч років, щоб перелинути безмірну безодню, що відділяє нашу планетну систему від далеких зоряних систем, відкритих дякуючи телескопови.

Безкрайність заселена зорями, що кожда з них є сонце. Мілїярди сонць — се осередки невідомих планетних систем.

В катальогах і небесних мапах установлено певне положенє вже близько мілїона зір. Далї уживатиме ся ще скорійший метод, як телескопічні спостереженя, уживатиме ся фотоґрафія, що за її помічю мож буде установити дійсне положенє усїх зір на небі до 11ої величини, себто близько 10-ти мілїонів зір.

## XV.

# Дещо цікавого про зорі.

### Безмежність неба.

Кожда зоря, що сяє в просторі, є сонце таке саме велике, як і те, що сьвітить нам, таке саме богате, таке доконче потрібне, такої самої природи. Більш того: наше Сонце — се одна з найменчих зір, що ми їх знаємо. Сіріюс, Канопус, Вега, Рігель, Капеля безпорівнаня величнїйші, безпорівнаня яркійші від нього. Між сими далекими сонцями иньші такі саме прості, як і наше Сонце і мають навкруги себе планетну систему, подібну до тої, що її частиною є і наша Земля; иньші з них подвійні, складають ся з двох однакових, або ріжних

сонець, що обертають ся періодично одно навкруги одного; є серед них і потрійні, почвірні і т. д.; деякі з них, замісць того, щоб бути білими, як от наше Сонце, мають ріжні чудові краски; є як кров червоні, є багрові, жовтогорячі, фіялкові, зелені, як ізмарагд, блакітні як шафір; крім того иньші з тих барвистих сонець подають чудові сполученя ріжних красок, напр. рубіна з ізмарагдом, топаза з шафіром.

Є між сонцями і такі, що ще з часів перших спостережень Гіпарха вже 2 тисячі років тому, почали потроху зменшати своє сьвітло і нарешті зовсім згасли. У иньших блиск навпаки усе побільшує ся, і тепер вони богато блискучійші, ніж були колись. Ще иньші змінили свою відтінь і стали більш або менш закрашеними. Є навіть і такі, що з'явивши ся неожидано, поблищали ярко через кілька тижнів, чи місяців і знов щезли у темряві. Така була, знаменита зоря Касіопеї, вона неожидано з'явила ся в 1572 р. і проістнувала тілько 18 місяців; її асімілювали з зорею Магів. Ще була така, але менш блискуча зоря і в північній Короні в 1866 р. Се так звані „часові" зорі; в часї 2-х тисяч років їх начислено близько двацяти.

В деяких зорях помітили періодичні зміни їх блиску, через що зоря, що її спершу неможе було бачити голим оком, робить ся видимою, що далї все побільшує своє сьвітло, відтак потроху починає все його зменшати і нарешті зовсім щезає і через який певний період часу вона з'являє ся і знов починає ся ряд таких самих з'явищ; періодичність сих зявищ буває иноді остілько правильна, що тепер їх вирахо-вують заздалегідь.

Щоб зрозуміти, як виявляють ся сї дивні зміни, уявимо собі, що наше сонце також підлягає таким самим змінам. Сьогодня приміром воно висьвічує своїми огнистими промінями і проливає в воздух цїлі струї слїпучого сьвітла; в часї декількох днїв воно лишає ся все таким; але от на тім-ж самім яснім небі блиск сонця що не день починає меншати; за тиждень воно втратило вже половину свого блиску; за два тижнї на него вже мож просто дивитись, єго блиск стає де далї меншим і нарештї сонце, зовсїм блїде і холодне, шле на землю тілько блїде проміне.

Але воно відроджує ся і разом з ним відроджує ся і надія. Згасле сьвітло починає розгорати ся; воно стає білїйше, яркїйше і що далї все більшає; за тиждень воно знов дає сьвітло і тепло, що нагадує колишне сонце. Але сила його все росте і коли промине такий період, як період його згасаня, сонце знов засяє в усїй своїй силї і величности. Прикметою такого нового сонця була б періодичність, так само як прикметою нашого сонця є спосібність заховувати стале сьвітло і тепло.

Цїлком зрозуміло, що подібні зміни блиску дуже дивують кождого, хто бачить їх в телєскопі. Періоди сих змін бувають ріжної довжини. Зоря ϒ шиї Лебедя переходить від 5ої до 11-ої величини в періодї 404 день. Друга зоря, що про неї ми вже згадували в роздїлї про співзіря о Кита, яка зве ся також Чудовою (Mira Ceti) переходить від другої величини до цїлковитого загину. Зміни зір иноді відбувають ся за дуже короткий час. Найшвидше переходить від свого максімума до свого мінїмума, се зоря Альґоль з голови Медузи (β Персея).

В однім дни, десяти годинах, 24-х хвилинах вона доходить до свого мінїмума і за такий самий час вертає до свого максімума: отже її період має тілько 2 дни, 20 год., 48 хв. Зоря δ Цефея переходить від третої до пятої величини в періодї 5-ти день, 8-ми годин, 67 хвилин.

Сї зміни, як бачимо дуже ріжнородні і відбувають ся иноді з надзвичайною швидкістю. Які-ж там сили кермують сими велитенськими переобразами сьвітла? Сього наука ще не може докладно визначити. А про те все таки знають, що короткі періоди змін — се наслїдки мін, що повстають з обертаня темного сонця навкруги сяючого, через що темне сонце і заслонює часами більшу або меншу частину я но о. Сей факт доказано в 1890 р. що до зорі Амоль.

Дякуючи телескопови віднайдено богато таких зір, що голому оку здають ся простими, а насправдї вони подвійні, себто складають ся з двох близьких зір, що обертають ся одна наколо другої: періоди їх обороту вже вираховані: вони мають від десяти років до сотнї, пятисотень, тисячи і більш років: иноді система зір буває потрійна: одна велика зоря з'являє ся в супроводї двох маленьких: сї останнї, обертаючись одна навкруги одної, в той-же час пересувають ся в купі повільно навкруги більшої. Між сими складовими зорями стрічають ся часто найдивовижнїйші контрасти красок. Наука з сього боку так посунулась у перед, що недавно був зложений катальог близько тисяча зір, подвійних в своїх рухах, і була намальована мапа більш нїж для десяти тисяч подвійних зір.

Найцїкавійші з них красками ось які: $\gamma$ Андромеди жовто-горячої ізмараґдової краски; $\beta$ Лебедя — золотої і шафірової, $\alpha$ Геркулеса — жовтогорячої і блакітно-зеленастої; $\alpha$ Хортів — золотої і бузкової краски; Мізар Великої Медведиці має вигляд двох блискучих діямантів. Сї видимі голим оком зорі легко роздвоїти за помічю звичайних оптичних інструментів.

Шоб показати читачам, який вигляд мають подвійні зорі в телескопі, подаємо два рисунки (48 і 49); на першім бачимо подвійну зорю $\gamma$ Діви; тут обі зорі однаково третьої величини, на другім — орбіту сеї пари, що по ній вони виконують свій повний оборот в 175 роках.

Уважна обсервация упевнила астрономів, що зорі зовсїм не нерухомі в просторі, як ранійше думали, а що кожда з них має свій власний рух. Так примірем чудова зоря Арктурус, що її мож бачити вечером на продовженю хвоста Великої Медведиці, віддаляє ся повільно від тої нерухомої точки, що нею її позначили на небесних мапах два тисячі років тому і простує в північно-західний бік. Їй потрібно 800 років, щоб пересунути ся на небі на таку видиму просторонь, як видимий прогін Місяця. А про те, се пересуванє настілько значне, що звернуло на себе увагу більш нїж півторасто років тому, бо ще Галей в 1718 р. спостеріг се переміщенє, так само як і пересуванє Сіріюся і Альдебарана. Який-би повільний сей рух нам не здавав ся з того віддаленя, на якім ми єго помічуємо, се пересуванє виконує ся з швидкістю найменш 160 міліонів льє на рік. Сіріюс потребує 1238 років, щоб про-

бігти по видимім небі таку саму просторонь; а се буде рух коли завважити його віддаленє від нас. що найменше 160 міліонів льє на рік.

Вислїджуванє власного руху зір зробило великий поступ в останню половину столїтя, а особливо в останнї роки. З'явилась можливість бачити пересуваня усїх, видимих голим оком зір, а також богатьох, видимих в телєскопі; деякі з них рухають ся в просторі остілько швидко, що навіть і уявити собі неможна. Найшвидча з усїх, що ми їх знаємо, се маленька телєскопічна зоря співзіря Великої Медведиці; вона не має власного назвища крім числа 1830 в катальозї Грумбриджа. Вона приходить сїм секунд дуги щорічно, а що вона від нас дуже далеко, то сей кусничок дуги відповідає скорости 2822000 льє на день! Ся швидкість в четверо більша як хуткість рухів землї і 300 від скорости руху гарматної кулї. І от такі небесні тїла звуть нерухомими!

Дякуючи безупинному поступови в астрономії бачимо тепер, що сонця пересувають ся в просторі по всїх напрямках з ріжною швидкістю, і через сї пересуваня повільно зміняє ся положенє співзір. Небо перетворює ся вік вічно як і земля. Безупинні рухи оживлюють сї простороні, що на них дивились колись, як на місця побуту смерти і недвижимости; а сї далекі сонця, що горять в сумежности, показують ся нам незчислимими огнищами, що пливуть в просторі і несуть з собою цїлі системи планет, які ними підтримують ся і заплоднюють ся; сї сонця ріжної сили, иньші з них відокремлені, другі з'єднані в пари і навіть цїлі гурти. Иньші не міняють свого блеску, иньші міняють і сьвітло і краску; всї вони кидають від себе

в безкрайність незчислиме проміне, що зі страшенною бистротою розливає ся навкруги них, мов ті блискавки; і променіє се проміне віками віків.

Велитенське око телєскопу відкрило нам ще скупленя зір, які здають ся нам, коли на них дивитись через слабе оптичне скло, просто молочними плямами; але в сильних оптичних інструментах бачимо в них масу блискучих точок, а кожда з них є сонце. Се купи зір, се далекі сьвіти, се цілі мілїони сонець і систем! Яка неосяжність простору, що його вони обіймають? Які великі ті страшенні віддаленя, що ділять їх від нас? Нї телєскоп, нї обчисленя не можуть нам на се відповість.

Подаємо тут одну з найцїкавійших куп зір, купу Геркулєса (рис. 50). Її завсїгди видно в наших широтах і навіть голим оком.

Молочна (чумацька) дорога, котрою можемо любувати ся кождої ясної ночи, складає ся також із зір, стиснених, як здає ся до купи; але в дїйсности вони далеко одна від одної, бо инакше через обопільне притяганє вони злили би ся вже в одну масу; рівноважність небесних куль можлива тілько при їх значних віддаленях і при їх відносно повільних кривобіжних рухах. В молочній дорозї начислено 18 мілїонів сонець.

Сї непогадані скупленя зір повинні сягати далеко в глубину простору, білота їх сьвітла творить ся з тої безлїчи зір, що містять ся одна поза одною. Окружаючи нашу землю, молочна дорога творить майже коло на небесній сфері, то наше Сонце, що містить ся біля осередка, є також одною з зір сього кола. А купи зір, що їх віднаходять в глубинї неба, є, сказати так, сусїдні молочні дороги.

Крім усього сього знаходимо на небі телєскопом ще туманности, що ніяк не розкладають ся на окремі зорі, яка-б не була велика оптична сила нашого телєскопа. Спектральний аналїз показав нам, що сї туманности складають ся з ґазів. Се напевне сьвіти ще тілько в періодї своєї формациї.

На тім і зупиняють ся останні винайденя людської допитливости. Всї сї зоряні купи, всї сї туманности, всї сї далекі сьвіти ріжні з нашим сьвіти так далеко від нас, що сьвітло їх може досягти до нас тілько через мілїони років. Дуже можливо, коли не напевно, що деякі з сих ґазових туманностий, що ми їх аналїзуємо тепер в телєскопі, і що в них бачимо сьвітові системи в періодї їх формованя, давно вже повиходили з сього первісного становища і поробили ся в сей час вже правдивими, укінченими сьвітами; відбираючи їх сьвітло так пізно, бачимо не те, якими вони тепер є, а те, якими вони були в ті далекі часи, коли послали нам своє проміне, що ми єго одержали тілько тепер. Так само можливо, коли не напевно, що такі або иньші зорі, що ми їх бачимо у певний час, і що на пізнане їх природи докладаємо стілько працї, що такі зорі мож бути зовсїм не істнують вже тому віки й віки. Ми бачимо всесьвіт не таким, яким він є, а таким, яким він був і був не одночасно в усїх своїх частинах а навпаки, яким він був в ріжні часи, бо сьвітло від одної зорі доходить до нас за 10 років, від другої за 20, 50, 100, тисячу і т. д. років.

Сильні телєскопи, збудовані в послїдних роках, дійшли так далеко в глубини простору, що відкрили зорі пятнацятої величини; тих зір

не може бути менш, як сто мілїонів. Цифри роблять ся такі великі, що пригнїтають нас своєю великістю і вже нїчого нам не говорять. І що то є сї сто тисячи мілїонів перед безкрайністю? Пісчина в мори.

Аджеж навкруги нас безкрайність! Полиньмо в думках за промінєм сьвітла, прудким як блискавка, що біжить в часї сотнї тисяч років з швидкістю 300000 км. на секунду. І що буде значити пролинута ним дорога перед безкрайністю!... Нуль.

Летимо далї за промінєм сьвітла. Ми вже давно залишили позаду себе нашу соняшну систему. Ми серед зір. Полинемо до якої-небудь точки в просторі з тою самою швидкістю сьвітла і не зупиняючись нї на хвилину, перелинемо через усї сї зоряні царства, через усї сї різнобарвні системи. Сонця, ріжні сьвіти, комети; дивні світла приходять під нашими ногами, а ми все летимо, все летимо. За столїтя, за десять, сто, милїярд столїть сього фантастичного, прудкого як блискавка, безупинного лету, коли ми захочемо нарештї схаменути ся, дізнати ся, де ми є, знайти поглядом границї сього краю, що все тїкає перед нами, зупинитись, щоб змірити в думках перелинену дорогу, засліплені такою величністю, здивовані такою неосяжною могутністю безкрайности, ми будем одночасно і здивовані і обурені, приголомшені і збентежені, побачивши, що в дїйсности ми нї на крок не посунули ся в перед, нї на єдиний крок в просторони! Ми ще тілько перед дверима безмежности.,. так само, як ми були і в момент початку нашого лету!

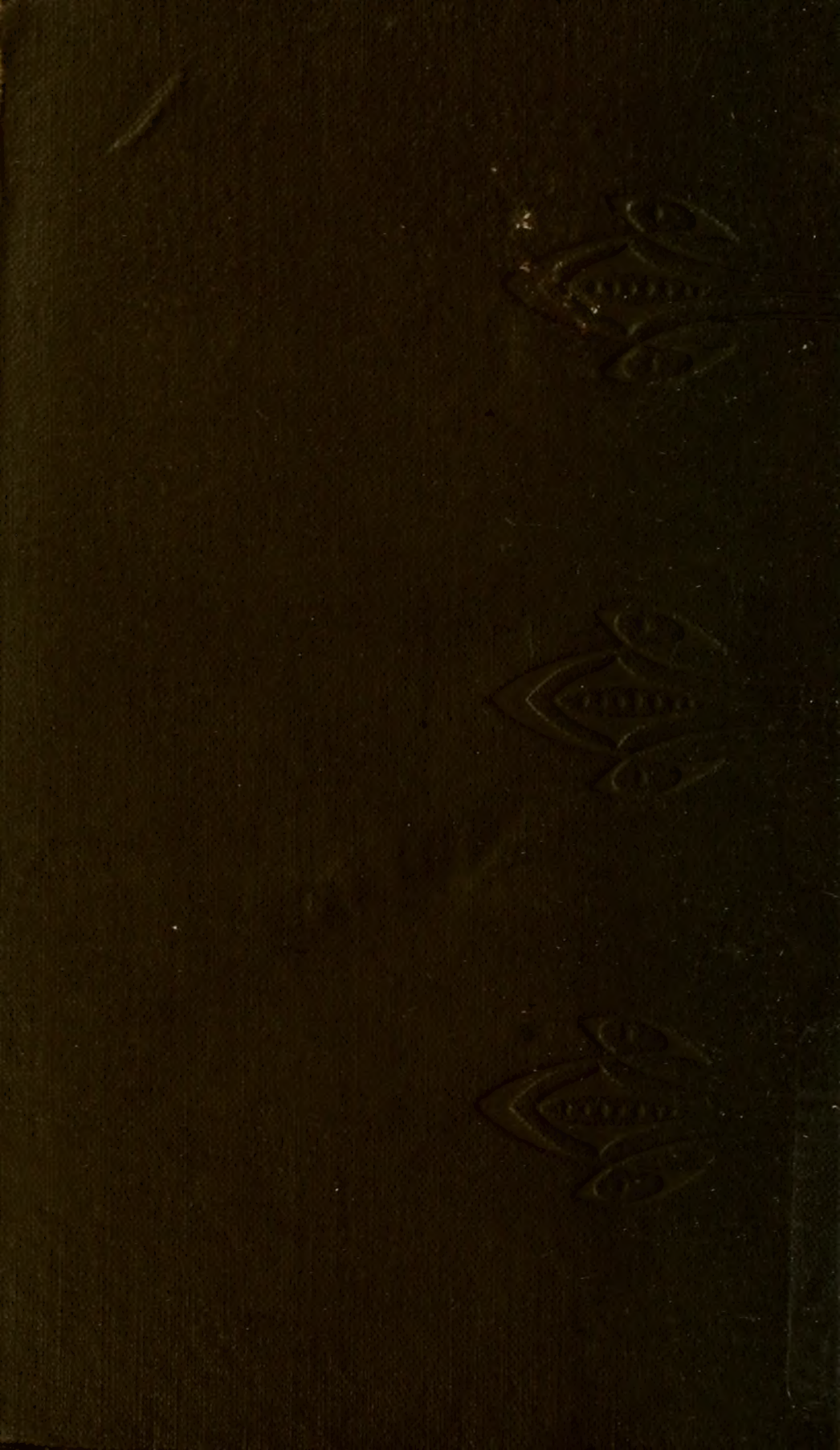
Просторонь не має границь. Хоч би який ми йому поставили край, зараз наша думка

летить до сього краю і бачить, що поза ним знову починає ся простір. І хоч ми не можемо зрозуміти безкрайности, однак кождий з нас почуває, що йому легше збагнути безмежний, ніж обмежений простір і неможливо, щоб простір не істнував скрізь. Розуміня про неосяжність неба всиляє в нас чуте безмежности.

А хиба подібні почуваня, подібні розуміня не підносять, не перетворюють тих звичайних ідей, що складають ся про всесьвіт. Хиба знане сих високих правд не повинно бути відставою усякої поважної науки? Хиба не дивно бачити, що велика більшість людей живе й умирає, навіть і в думках не уявляючи собі усеї величности природи, навіть не дбаючи про те, щоб зрозуміти ту чудову дійсність, що навкруги них?

Заховаємо-ж хоч ми в своїх думках сї скарби найдорожчих правд, здобуті розумовою працею стількох віків; посилкуємо ся зрозуміти величність природи так, як вона на се заслугує, і завсїгди чисті в своїх почуванях, жиймо в сих високих сферах і звідси пануймо над марністю і повсюдністю материяльного житя.

# ЗМІСТ.


| | | Стор. |
|---|---|---|
| I. | Небо | 3 |
| II. | Астрономія | 6 |
| III. | Наша планета | 17 |
| IV. | Рухи землї | 25 |
| V. | Наслїдки рухів землї | 30 |
| VI | Нове око людскости | 40 |
| VII. | Система сьвіта | 49 |
| VIII. | Сонце | 58 |
| IX. | Місяць | 66 |
| X. | Методи в астрономії | 77 |
| AI. | Опис планет нашої системи | 91 |
| | Меркур | 91 |
| | Венера | 94 |
| | Марс | 97 |
| | Дрібні планети | 102 |
| | Юпітер | 103 |
| | Сатурн | 107 |
| | Уран | 109 |
| | Нептун | 110 |
| XII. | Комети, падучі зорі, ураноліти | 112 |
| XIII. | Зоряне небо, | 120 |
| XIV. | Віддалене зір | 134 |
| XV. | Дещо цїкавого про зорі | 141 |